



Mémoire de fin d'études présenté pour l'obtention du titre d'Ingénieur

AGROCAMPUS OUEST centre d'Angers

**Institut National d'Horticulture et du Paysage**

*Spécialité Horticulture*

*Option Santé du Végétal et Environnement*

Évaluation de l'effet de plantes de services  
sur les parasites telluriques de l'ananas  
en Martinique

**Jean-Marie GAUDE**

Promotion 2003-2008

Composition du jury :

Michel THARAUD, président du jury, INHP  
Philippe ROBERT, tuteur, INHP  
Elizabeth RAT-MORRIS, examinatrice, INHP  
Bruno JALOUX, examinateur, INHP  
Alain SOLER, maître de stage, CIRAD Martinique

Organisme d'accueil :

CIRAD, BP 214  
97285 Le Lamentin  
Cedex 2, Martinique

Maître de stage :

Alain SOLER

Septembre 2008

## **REMERCIEMENTS**

A l'issue de ces 24 semaines de stage, de ce rapport et du comptage de quelques milliers de symphyles, je tiens à remercier :

- Alain Soler, mon maître de stage, qui m'a proposé de travailler sur un thème passionnant au sein du CIRAD de la Martinique,
- Paul-Alex Marie Alphonsine pour tout ce qu'il m'a appris sur la culture de l'ananas et toute l'aide qu'il m'a apportée lors des mes travaux,
- L'équipe de l'IRD, les « pros des nématodes » : Patrick Quénéhervé et Patrick Topart pour l'intérêt qu'ils ont montré pour mon travail sur les symphyles ainsi que pour les comptages de nématodes.  
Serge Marie Luce pour l'aide qu'il m'a apportée pour les élutriations,
- Pierre-François Duyck pour les conseils qu'il m'a donnés lors de l'analyse statistique des résultats,
- L'ensemble du personnel du PRAM (stagiaires, VCAT, thésards et chercheurs) qui ont tous contribué à rendre mon séjour en Martinique agréable.

Encore merci à tous !

## Liste des figures :

Fig. 1 : Schéma de fonctionnement de l'appareil de Berlèse. ....	6
Fig. 2 : Vues de dessus et de profil d'un pot percé. ....	8
Fig. 3 : Piège de la nouvelle méthode. ....	8
Fig. 4 : Présentation de la parcelle d'essai. ....	9
Fig. 5 : Positionnement du piège sur le billon. ....	9
Fig. 6 : Nombre moyen de symphyles extraits par piège en fonction de la méthode de piégeage. ....	13
Fig. 7 : Radar comparatif de l'extraction manuelle et de l'extraction par flottaison. ....	14
Fig.8 : <i>Hanseniella sp.</i> au stade 11 paires de pattes.....	16
Fig. 9 : Racine d'ananas en 'balais de sorcières'.....	17
Fig.10 : Nombre moyen de larves par pot en fonction de la plante. ....	24
Fig. 11 : Effet de 8 plantes, du témoin positif (le maïs) et du témoin négatif (terreau seul) sur l'évolution de la densité d' <i>Hanseniella sp.</i> après 4 semaines. ....	25
Fig. 12 : Effet du matériel végétal incorporé de huit plantes sur le nombre moyen de symphyles adultes extraits après deux semaines. ....	26
Fig. 13 : Effet de six plantes sur l'évolution de la population de <i>R. reniformis</i> . ....	33
Fig. 14 : Effet de six plantes sur l'évolution de la population de <i>M. onoensis</i> . ....	34
Fig. 15 : Nombre moyen de symphyles extraits par piège en fonction de la variété et du stade de développement de la plante.....	39

## Liste des tableaux :

Tableau 1 : Influence des huit plantes, du témoin positif (le maïs) et du témoin négatif (le terreau seul) sur le nombre des larves et d'adultes extraits un mois après une inoculation de 10 symphyles par godet. ....	23
Tableau 2 : Effet des plantes de services sur les populations de nématodes avant et après incorporation. ....	33

## Liste des annexes :

Annexe n°1 : Méthode du pot 76.....	45
Annexe n°2 : Plantes de services avant l'inoculation des symphyles.....	46
Annexe n°3 : Extraction des symphyles par flottaison. ....	47
Annexe n°4 : Méthode d'élutriation de Seinshorst.....	48

# SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	2
I. SYMPHYLES EN CULTURE D'ANANAS : OPTIMISATION DES METHODES D'ECHANTILLONNAGE, DE PIEGEAGE DE MASSE ET D'EXTRACTION.....	4
<b>I.1. Présentation d'une nouvelle méthode d'échantillonnage et de piégeage massif (Méthode du pot 76)</b> .....	8
<b>I.2. Matériel et méthodes</b> .....	9
I.2.1. Validation de la méthode du pot 76.....	9
I.2.2. Optimisation du piégeage massif des symphyles .....	10
I.2.3. Comparaison de l'extraction manuelle et de l'extraction par flottaison .....	11
<b>I.3. Résultats et discussion</b> .....	12
I.3.1. Validation de la méthode du pot 76.....	12
I.3.2. Optimisation du piégeage massif de symphyles .....	13
I.3.3. Comparaison de l'extraction manuelle avec l'extraction par flottaison .....	14
<b>I.4. Perspectives d'amélioration de la méthode du pot 76 et conclusion</b> .....	15
II. EVALUATION DU STATUT 'HOTE/NON HOTE' DE PLANTES DE SERVICES VIS-A-VIS D' <i>HANSENIELLA SP.</i> .....	16
<b>II.1. Matériel et méthodes</b> .....	19
II.1.1. Evaluation du statut hôte/non hôte.....	19
II.1.2. Evaluation de l'effet de matériel végétal incorporé sur une population de symphyles adultes ....	22
<b>II.2. Résultats</b> .....	23
II.2.1. Evaluation de l'effet de plantes de services sur <i>Hanseniella sp.</i> .....	23
II.2.2. Evaluation de l'effet de l'incorporation du matériel végétal sur les symphyles adultes .....	25
II.3.1. Plantes hôtes d' <i>Hanseniella sp.</i> .....	26
II.3.2. Une meilleure survie des symphyles dans les modalités <i>C. spectabilis</i> et <i>B. decumbens</i> incorporées.....	27
II.3.3. Possibilités d'améliorations du dispositif d'évaluation du statut hôte/non hôte .....	28
III. EVALUATION DE PLANTES DE SERVICES POUR LE CONTROLE DE <i>ROTYLENCHULUS RENIFORMIS</i> .....	29
<b>III.1. Matériel et méthodes</b> .....	31
<b>III.2. Résultats</b> .....	33
III.2.1. Evolution de la population de <i>R. reniformis</i> en fonction des plantes de services.....	33
III.2.2. Evolution de la population de <i>Mesocriconema onoensis</i> en fonction des plantes de services ....	34
<b>III.3. Discussion</b> .....	35
IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES .....	37
<b>IV.1. Plante de services pour la culture de l'ananas : un choix difficile</b> .....	37
<b>IV.2. Bilan des connaissances acquises</b> .....	38
<b>IV.3. Perspectives</b> .....	39
IV.3.1. Recherche de variétés tolérantes .....	39
IV.3.2. Evaluation de l'effet de plantes de services sur la faune antagoniste d' <i>Hanseniella sp.</i> .....	40
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....	41
ANNEXES.....	44

En 1667, le père Dutertre, auteur 'd'Histoire générale des Antilles', désigne l'ananas comme 'le roi des fruits'. Aujourd'hui, le 'roi des fruits', 'le plus beau et le meilleur de tous ceux qui sont sur la terre' est le troisième fruit tropical le plus produit au monde (Rohrbach, Leal & Coppens d'Eeckenbrugge, 2003). La production mondiale a triplé durant les 30 dernières années et est aujourd'hui de plus de 18 millions de tonnes, et de 26 000 tonnes en Martinique et Guadeloupe.

Les planteurs d'ananas doivent faire face à deux ravageurs de plus en plus préoccupants : les symphytes et les nématodes. En effet, les symphytes (*Hanseniella sp.*) et les nématodes (*Rotylenchulus reniformis* Linford et Oliveira) sont les deux principaux agents pathogènes responsables du dépérissement racinaire de l'ananas en Martinique.

*Hanseniella sp.* et *R. reniformis*, peuvent tous deux engendrer des pertes de rendements de 50% (Kehe, 1978 ; Schenck, 1990). Ces deux ravageurs étaient par le passé en partie maîtrisés par la lutte chimique. Aujourd'hui, la pression s'accroît et le nombre de substances actives autorisées diminue. En effet, à la suite d'une prise de conscience de l'impact environnemental des pratiques agricoles, la réglementation est devenue plus restrictive. Deux spécialités commerciales nématicides sont en cours de retrait d'homologation sur la culture de l'ananas (E-phy, 05/09/08). De plus, l'évolution de certaines pratiques agricoles telles que l'apport plus important de matières organiques et la mise en place de paillage pour le contrôle des adventices a pour effet pervers la prolifération d'*Hanseniella sp.* et de *R. reniformis*. Aujourd'hui les producteurs sont donc dans une impasse technique face à une problématique croissante.

Compte tenu de l'évolution des pratiques et du contexte réglementaire et sociétal, le monde de la recherche doit trouver des solutions alternatives à la lutte chimique. L'utilisation, entre deux cultures d'ananas, de "plantes de services" ayant des propriétés améliorantes (apport de matières organiques, amélioration de la structure du sol, etc.) et assainissantes (diminution des populations de ravageurs) est une des pistes de travail (Py, Lacoëuilhe et Teisson, 1984 ; Umble & Fisher, 2003).

L'objet de la présente étude, réalisée au sein du CIRAD (Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) de la Martinique, est donc d'évaluer des plantes de services destinées à contrôler les populations de *R. reniformis* et d'*Hanseniella sp.* en culture d'ananas. L'objectif est de sélectionner une plante ayant des propriétés nématicides, et qui

ne soit pas hôte d' *Hanseniella sp.* Le but est de 'protéger' le système racinaire de l'ananas durant les six premiers mois de culture afin que celui-ci puisse s'installer durablement.

*Hanseniella sp.* n'a fait l'objet d'aucune étude récente au sein du CIRAD en Martinique. La première étape de ce travail est donc de s'approprier et d'améliorer les différentes méthodes de piégeage, d'extraction, de manipulation et d'élevage des symphyles. A la suite de ces travaux préalables, des expérimentations en pots placés en chambre de culture pour la partie symphyles, et en serre pour la partie nématodes, donneront quelques éléments de réponse à la problématique posée ainsi que des perspectives de recherche et d'applications.

## I. SYMPHYLES EN CULTURE D'ANANAS : OPTIMISATION DES METHODES D'ECHANTILLONNAGE, DE PIEGEAGE DE MASSE ET D'EXTRACTION

L'étude des symphytes, en enceinte climatique, en chambre de culture ou dans les parcelles de production, nécessite des techniques performantes d'échantillonnage et de piégeage de masse. De plus, un échantillonnage de qualité est également important pour l'évaluation de dégâts, pour la prise de décisions agronomiques ainsi que pour l'évaluation de ces décisions. Quatre principales techniques d'échantillonnage sont actuellement utilisées : le prélèvement de sol (Umble *et al.*, 2006), la technique de la cage grillagée (Kehe, 1988), la technique de l'amorce et l'échantillonnage indirect (Umble *et al.*, 2006).

### **Le prélèvement de sol**

La méthode la plus couramment utilisée pour l'évaluation de la densité de symphytes est le prélèvement de sol puis l'extraction des symphytes par triage manuel. Dans une expérimentation menée entre 1994 et 1997, Peachey *et al.* (2002) réalisent des prélèvements de sol de 25 cm x 25 cm x 5 cm de profondeur. Loranger *et al.* (1999) considèrent que 75% des arthropodes du sol vivent dans les 3 premiers centimètres du sol, ils réalisent donc des prélèvements de 10 cm x 10 cm x 3 cm de profondeur. Le prélèvement peut également se faire à l'aide d'un cylindre : Kéhé, Gnonhouri et Abikoko (1997) prélèvent des échantillons de 12 cm de diamètre et de 20 cm de hauteur. Le Cirad utilisait également cette technique pour l'échantillonnage de symphytes dans les parcelles d'ananas à la Martinique. La souche d'ananas est tout d'abord extraite, puis un cylindre de terre d'un diamètre de 10 cm et d'une hauteur de 20 cm est prélevé au niveau du système racinaire de la plante (Soler, Beauté, 2000).

D'autres diamètres et hauteurs de cylindre peuvent également être utilisés (Kehe, 1988). Bodeno *et al.* (2006) prélèvent par exemple des échantillons de 10 cm de diamètre et de 10 cm de profondeur. De plus, les volumes de terre prélevés pour l'évaluation de population de symphytes peuvent être différents de ceux présentés ici (Umble *et al.*, 2006). On voit donc que si la méthode de prélèvement de sol est couramment utilisée, aucune standardisation n'est pour le moment appliquée.

## **La technique de la cage grillagée**

Kehe (1988 ; 1993) utilise des cages grillagées sur cinq faces, construites avec du grillage métallique à mailles carrées de 6 à 7 mm. La technique est simple : la cage est enfouie à la surface du sol puis ensemencées de maïs. Deux à trois semaines après le semis, la cage est récupérée afin d'extraire les symphyles qu'elle contient. Cette technique permet également d'apprécier l'infestation réelle de la culture en remplaçant le maïs par des plants d'ananas

## **La méthode de l'appât**

Depuis quelques années, la méthode de l'appât a été développée car elle est plus rapide que le prélèvement de sol suivi du triage manuel. La pose d'un piège est simple : une pomme de terre ou une betterave coupée longitudinalement est placée à la surface du sol, partie tranchée vers le bas, puis couverte d'un pot blanc sans trou d'un diamètre de 16.5 cm. Le sol doit être préalablement gratté afin d'enlever les premiers centimètres de sol sec. Un à trois jours après la pose, l'appât est soulevé afin de compter tout d'abord les symphyles présents au sol puis les symphyles présents sur la pomme de terre. (William, 1996). Cette technique fonctionne parfaitement dans certaines conditions de sol et d'humidité, cependant elle ne peut pas être utilisée dans toutes les situations, en particulier si le sol n'est pas bien stabilisé après un labour et lorsque les plantes sont bien installées (Umble *et al.*, 2006). La méthode de l'amorce présente cependant l'avantage de pouvoir être utilisée pour le piégeage massif de symphyles (Umble & Fisher, 2003).

## **“L'échantillonnage indirect”**

La croissance des plantes peut parfois être un bon indicateur de la distribution spatiale des symphyles. Les plantes en bonne santé peuvent indiquer une faible densité de symphyles et les plantes à faible croissance sont parfois indicatrices de fortes densités de symphyles. Cette méthode indirecte peut permettre de donner des indications, cependant elle n'est ni fiable ni rigoureuse. En effet, de nombreux facteurs (le travail du sol, la date de plantation, la présence de nématodes ...) peuvent influencer la croissance et la santé des plantes. (Umble *et al.*, 2006).



## Techniques d'extraction

Une fois le sol prélevé, avec l'une des méthodes précitées (échantillonnage de sol ou méthode de la cage grillagée), l'extraction permet de séparer les symphyles du sol.

Plusieurs méthodes d'extraction sont utilisables : l'extraction manuelle, la flottaison et l'extraction par la technique de Berlese-Tullgren (Southwood, 1980)

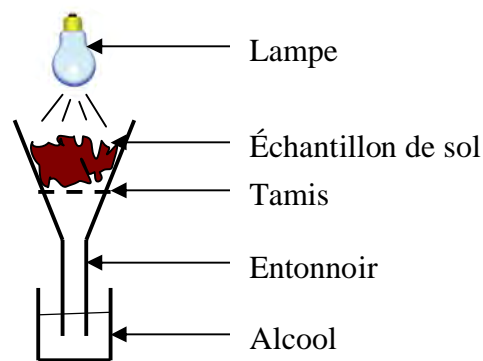
### - L'extraction manuelle

C'est la méthode la plus simple et anciennement la plus utilisée pour l'extraction des arthropodes du sol. Le volume de sol prélevé est versé dans une bassine de couleur noire puis les symphyles sont extraits à l'aide d'une spatule. Cette technique présente l'avantage de conserver les animaux vivants, cependant elle reste longue et fastidieuse (Kehe, 1988).

### - La flottaison

La flottaison est actuellement la méthode la plus employée pour l'extraction de la faune du sol, en particulier des symphyles. Le principe est basé sur la différence de densité entre les animaux à extraire et le liquide d'extraction, l'eau. L'échantillon à extraire est placé dans un récipient contenant de l'eau. En se délitant, l'échantillon de terre libère progressivement les symphyles qu'il renfermait. Les symphyles, moins denses, remontent à la surface de l'eau où ils sont récoltés. Cette technique présente l'avantage d'être simple, rapide et efficace cependant elle a un inconvénient majeur : la plupart des symphyles extraits meurent pendant ou peu après l'extraction. (Kehe, 1988)

- La technique de Berlese-Tullgren (Southwood, 1980). Contrairement aux deux autres méthodes, la technique de Berlese est dite dynamique. Elle fait appel à la participation active des symphyles pour sortir du support. Le principe est très simple : la lumière d'une lampe appliquée à l'échantillon de sol situé dans un entonnoir fait migrer la microfaune qui est recueillie dans un récipient contenant de l'alcool (Franck, 2006) (Fig. 1).



**Fig. 1 : Schéma de fonctionnement de l'appareil de Berlese (P. Reynaud).**

Si la technique de Berlese permet d'extraire la totalité des arthropodes, elle n'est pas la plus efficace pour l'extraction de symphyles (Peachey *et al.*, 2002).

Les techniques d'échantillonnage et d'extraction répertoriées ci-dessus présentent des avantages mais aussi des inconvénients, il est donc important de trouver la technique la plus adaptée à la culture de l'ananas. Les populations de symphyles sont principalement présentes au niveau du système racinaire de la plante, les techniques d'échantillonnage de sol ont donc l'inconvénient majeur d'être destructives (un ou plusieurs plant doivent être arrachés ou coupés). La méthode de l'appât semble donc la plus adaptée à nos expérimentations. Après une première utilisation de cette méthode afin de mieux la maîtriser, plusieurs inconvénients ont été mis en évidence :

- Dans certaines situations, le relevé du piège peut être négatif (aucun symphyle sur le sol et sur la pomme de terre) même s'il y a présence de symphyles à quelques centimètres de profondeur sous l'amorce.
- La taille de l'amorce n'est pas calibrée, ceci peut donc engendrer un biais dans le cas de comparaison de variétés ou de plantes de couvertures.
- Pour un piégeage massif de symphyles, il est possible de prélever une pelletée de terre sous l'amorce (Brown *et al.*, 2001). Ceci engendre une forte mortalité des symphyles, très sensibles aux chocs.

Compte tenu de ces différentes critiques, une nouvelle technique d'échantillonnage et de piégeage massif a été élaborée. Les objectifs de cette étude ont donc été de :

- Objectif 1 : Valider la nouvelle méthode en la comparant à la méthode de l'amorce.
- Objectif 2 : Optimiser la méthode de piégeage massif.
- Objectif 3 : Comparer deux méthodes d'extraction associées à la nouvelle technique.

## **I.1. Présentation d'une nouvelle méthode d'échantillonnage et de piégeage massif (Méthode du pot 76)**

Un pot percé contenant trois rondelles de pomme de terre est enterré dans les 15 premiers centimètres du sol (Fig. 3), puis récupéré 48 heures plus tard avec la terre qu'il contient afin d'en extraire les symphytes.



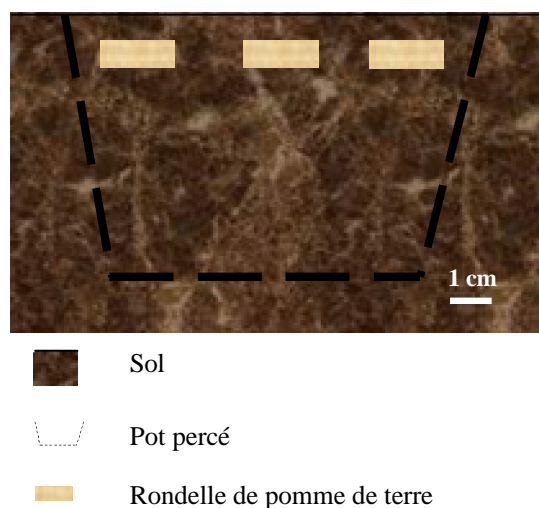
**Fig. 2 : Vues de dessus et de profil d'un pot percé.**

### **Matériel**

- Godet Maraîcher BHR noir d'un diamètre de 11 cm et d'une hauteur de 9 cm (volume de 250 cm<sup>3</sup>) percé de 76 trous (16 au fond et 60 sur les côtés) de 13 mm de diamètre (soit une surface percée de 100.8 cm<sup>2</sup>). (Fig. 2).
- Trois rondelles de pomme de terre d'une épaisseur de 10 mm et d'un diamètre de 26 mm. La masse des trois rondelles de pomme de terre est comprise entre 19 et 21 g.

### **La pose du piège (annexe n°1)**

Le pot percé est placé dans les 15 premiers centimètres du sol, en s'assurant qu'il n'y a pas d'espaces libres entre le pot et le sol, et en limitant au maximum le compactage et le lissage lors de la pose du pot. Les trois rondelles de pomme de terre calibrées sont placées dans le quart supérieur du pot. (Fig. 3). Des feuilles mortes peuvent être placées sur le sol au-dessus du piège afin d'éviter de fortes augmentations de température dans les premiers centimètres de sol.



**Fig. 3 : Piège de la nouvelle méthode**

## Le relevé du piège (annexe n°1)

Le pot rempli de terre est récupéré 48 à 72 h plus tard, puis placé dans un pot de diamètre identique afin d'éviter la perte de terre et de symphytes pendant le transport jusqu'au laboratoire. Le relevé des pièges est réalisé le matin afin d'éviter un fort réchauffement du sol, provoquant une migration verticale en profondeur des symphytes. L'extraction des symphytes contenus dans les pièges a lieu au laboratoire. L'extraction peut être réalisée manuellement, par flottaison, ou à l'aide de la technique de Berlèse.

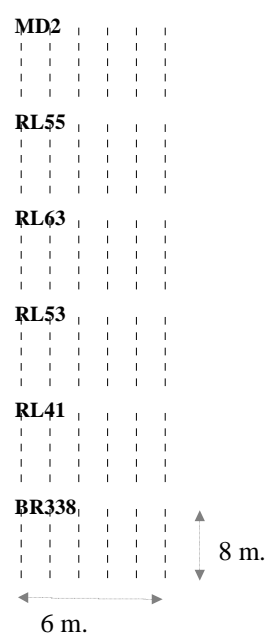
## **I.2. Matériel et méthodes**

### I.2.1. Validation de la méthode du pot 76

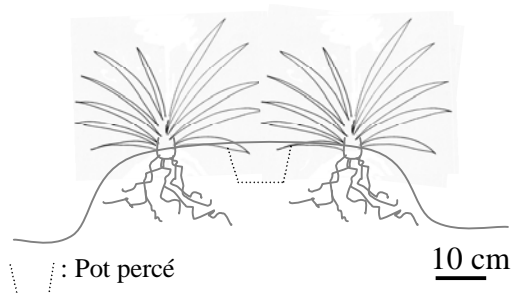
#### Présentation du dispositif

La méthode du pot 76 a été évaluée en la comparant à la méthode de l'appât (méthode 2) (cf. introduction de la partie I). 30 pièges de chaque méthode ont été placés le 19/05/08 dans une parcelle d'ananas (Fig. 4) plantée le 20 septembre 2007 et comprenant 6 variétés différentes (BR338, RL41, RL53, RL63, RL55, MD2). 300 plants par variété sont plantés à une densité de 6 plants/m<sup>2</sup>. La surface totale de la parcelle est donc de 300 m<sup>2</sup>.

Les rondelles de pommes de terre utilisées pour la méthode de l'appât ont été calibrées de façon identique à celles utilisées pour la nouvelle méthode : 3 rondelles d'un centimètre d'épaisseur et de 26 millimètres de diamètre par piège. Toutes les variétés ont des niveaux de tolérance aux symphytes différents (Umble *et al.*, 2006). Le même nombre de piège a donc été placé dans chaque variété (5 pièges de chaque méthode par variété). De plus, les symphytes ont une distribution irrégulière au sein d'une parcelle (Umble *et al.*, 2006), tous les pièges de la méthode 1 ont donc été placés à proximité (40 à 80 cm) d'un piège de la méthode 2. Les pièges ont été positionnés sur le billon entre les rangs d'ananas (Fig. 5).



**Fig. 4 : Présentation de la parcelle d'essai**



**Fig. 5 : Positionnement du piège sur le billon**

### Variable mesurée

Le relevé de la totalité des pièges a été réalisé deux jours après leur mise en place, le 21/05/08. Les symphyles présents dans les pots percés ont été extraits manuellement et comptés. Pour la méthode de l'appât, les symphyles présents sur les rondelles de pommes de terre et sur le sol sont comptabilisés. Les données ont été analysées qualitativement (présence/absence) et quantitativement (abondance des symphyles observés).

#### I.2.2. Optimisation du piégeage massif des symphyles

Trois types de pièges ont été comparés durant le mois de juin 2008 dans une parcelle d'ananas comprenant 6 variétés (Fig. 4). Un dispositif à 18 répétitions a été mis en place. Pour chaque variété, 3 placettes (150 x 50 cm) sont choisies aléatoirement. Les trois types de pièges sont placés dans chaque placette.

#### Présentation des 3 types de pièges :

- Piège 1 : piège contenant du maïs semé directement dans la parcelle. Les pots d'un diamètre de 11 cm et percés de 76 trous (cf. I.1.) ont été enfouis dans la parcelle puis ensemencés de 20 grains de maïs. Le relevé des pièges a eu lieu 20 jours après la pose.
- Piège 2 : piège contenant du maïs semé en serre. Des pots d'un diamètre de 10 cm ont été ensemencés de 20 grains de maïs puis placés dans un tunnel en plastique équipé d'un système d'arrosage par aspersion. La terre utilisée pour le semis provient d'une parcelle d'ananas. Treize jours après le semis, le contenu des pots a été placé dans des pots percés au sein de la parcelle d'essai. Le relevé des pièges a eu lieu 7 jours plus tard.
- Piège 3 (méthode du pot 76) : piège contenant des rondelles de pommes de terre.

### Variable mesurée

Le 23 juin 2008, l'ensemble des pièges (3 x 18) a été récupéré puis les symphyles ont été extraits manuellement de chaque pot. Les résultats de comptage ont été analysés de façon qualitative (présence/absence) et quantitative (abondance des symphyles piégés)

### I.2.3. Comparaison de l'extraction manuelle et de l'extraction par flottaison

Deux méthodes d'extraction de symphyles du sol, la flottaison et l'extraction manuelle, sont comparées par un dispositif comprenant 10 répétitions.

#### Préparation des échantillons avant extraction

L'objectif de cette étape est d'obtenir des béciers contenant des larves ainsi que des adultes. Vingt béciers d'une capacité de 250 ml sont remplis d'un mélange contenant 50% de terreau et 50% de terre végétale. Le 7 juillet, chaque bécier est ensemencé d'un grain de maïs prégermé afin d'assurer l'alimentation des symphyles. Dix symphyles adultes provenant d'une parcelle d'ananas sont placés dans chaque bécier le 11 juillet. Durant un mois, l'ensemble des béciers est placé dans une enceinte climatique à 28°C. La durée d'un mois est choisie afin de permettre aux œufs pondus de se développer en larves. L'humidité pondérale du mélange est maintenue à 80% par des apports correctifs en eau deux fois par semaine. L'alimentation des symphyles est assurée par l'apport d'un grain de maïs prégermé par bécier et par semaine.

#### L'extraction manuelle

Le contenu des béciers est délicatement versé dans une bassine de couleur noire (45 x 30 cm), puis les symphyles sont extraits à l'aide d'une spatule. La recherche à l'aide de la spatule est faite délicatement afin d'éviter de tuer les symphyles.

#### L'extraction par flottaison

10 seaux d'une capacité de 12 L. sont alignés au sol et remplis d'eau. Le contenu de chaque bécier est délicatement délité dans un seau puis les symphyles flottants à la surface sont comptabilisés et récupérés à l'aide d'un pinceau. Un temps d'attente de 10 minutes est nécessaire entre le versement du bécier et le comptage.

#### Variables mesurées

Le 11 août 2008, un mois après la mise en place des symphyles, les symphyles sont extraits suivant les deux méthodes. Pour chaque bécier, le nombre de symphyles adultes ainsi que le nombre de larves sont comptabilisés. De plus, le taux de mortalité des symphyles extraits et le temps d'extraction sont également mesurés.

### Analyse statistique des résultats des parties I.2.1., I.2.2. et I.2.3.

L'analyse statistique est réalisée à l'aide du logiciel R (R Development Core Team, 2008). Pour les données de comptage, l'effet des méthodes sur les variables 'nombre total d'individus', 'nombre de larves' et 'nombre d'adultes' est analysé en utilisant le modèle log-linéaire de Poisson. Dans le cas de surdispersion (déviante résiduelle très supérieure au nombre de degrés de liberté résiduel), le modèle log-linéaire de quasi Poisson est choisi. L'effet traitement est tout d'abord vérifié par une analyse de la totalité des données. Dans le cas où ce premier test s'avère positif ( $p < 0.05$ ), les modalités sont analysées deux à deux afin d'identifier les groupes homogènes. Pour les variables ayant une réponse binaire (présence ou absence), le modèle log linéaire binomial est utilisé (Crawley, 2005).

### **I.3. Résultats et discussion**

#### I.3.1. Validation de la méthode du pot 76

Il n'y a pas de différence entre les deux méthodes pour la variable 'présence, absence' ( $p : 0.195$ ). Des symphytes ont été observés dans 13 pièges sur 30 pour la méthode de l'appât, et dans 18 pièges sur 30 pour la méthode du pot 76. La différence entre les deux méthodes est significative en ce qui concerne l'abondance ( $p < 0.01$ ). Le nombre moyen de symphytes observés par piège est de 0.9 pour la méthode de l'appât et de 2.6 pour la nouvelle méthode.

**Pour l'évaluation de la présence, la méthode du pot 76 est statistiquement identique à la méthode de l'appât. Cependant, la méthode du pot 76 est plus rigoureuse. En effet, le calibrage de la taille et de la masse de la pomme de terre ainsi que du volume de terre prélevé permet d'éviter les biais possibles de la méthode. De plus, le plus grand nombre de symphytes piégés avec la méthode du pot 76 permet d'augmenter la précision de l'échantillonnage.**

### I.3.2. Optimisation du piégeage massif de symphyles

La variable ‘présence/absence de symphyles’ permet de distinguer les trois méthodes de piégeage ( $p < 0.001$ ). En effet, on note la présence de symphyles : dans 4 pièges sur 18 pour les pièges contenant du maïs semé sur place (méth.1.), 15/18 pour les pièges contenant du maïs semé en serre (méth.2.) et 17/18 pour les pièges contenant des rondelles de pomme de terre (méth.3.). La différence entre les méthode 2 et 3 n’est pas significative ( $p : 0.28$ ).

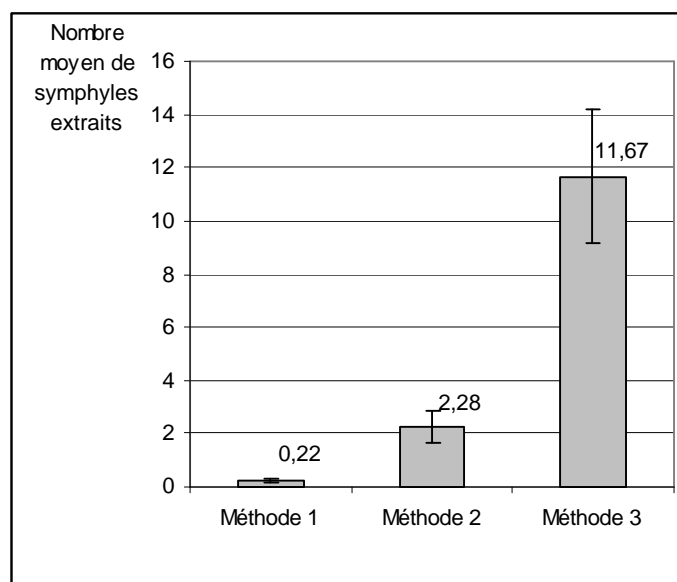
Si l’on s’intéresse à l’abondance, le nombre moyen de symphyles extraits par piège (Fig. 5) est de : 0.22 pour la méthode 1, 2.28 pour la méthode 2, 11.67 pour la méthode 3 ( $p < 0.001$ ).

Enfin, le nombre maximal de symphyles extraits dans un piège est de 47 avec la méthode 3.

**Ces résultats montrent que dans les conditions d’humidité et de sol de l’expérimentation, la méthode du pot 76 contenant des rondelles de pommes de terre est la plus performante pour le piégeage massif de symphyles en un temps très court. Les rondelles de pommes de terre sont plus attractives que le maïs. Le maïs n’est donc pas une bonne plante pour l’attraction de symphyles.**

Le sol utilisé pour le semis de maïs en serre a pu représenter un léger biais dans cette étude. En effet, le sol utilisé provenait d’une parcelle d’ananas. Les symphyles présents dans ce sol ont été extraits manuellement. Cependant, il est possible qu’il y ait eu, malgré cette extraction, présence de quelques symphyles dans les pots lors de l’implantation.

Le très faible nombre de symphyles extraits par la méthode 1 (pot contenant du maïs semé directement dans la parcelle) s’explique en partie par le faible développement des plants de maïs dans ces pots. En effet, une partie des grains de maïs semés directement dans la parcelle ont été mangés par des rats.

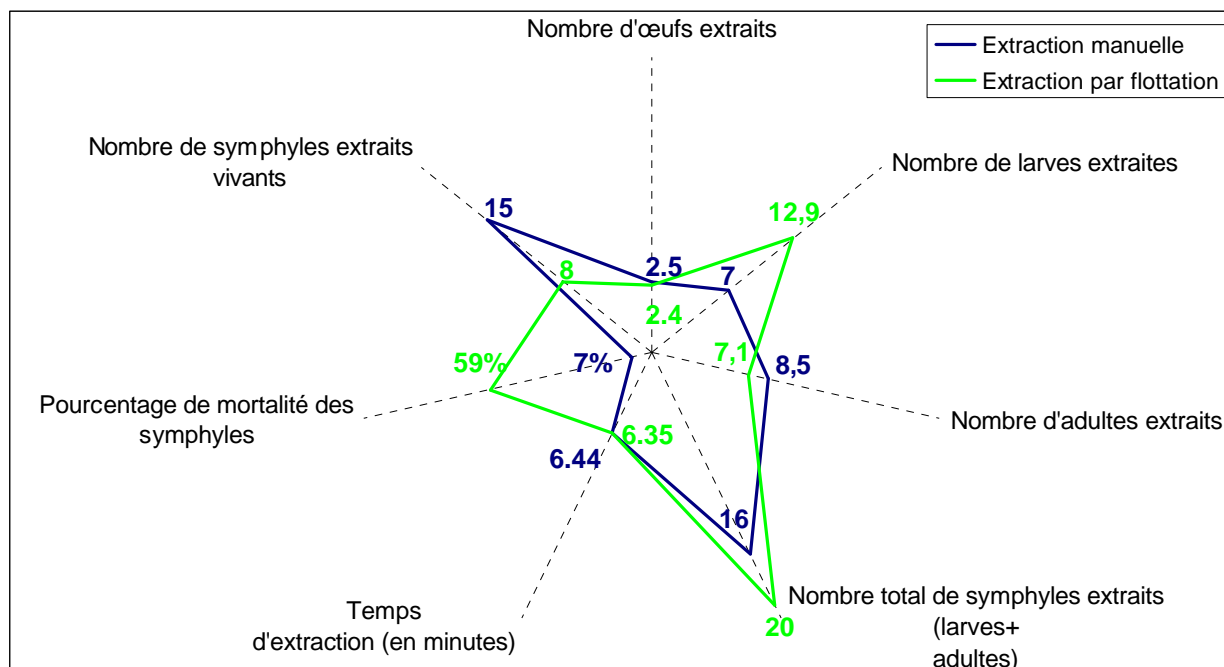


**Fig. 6 : Nombre moyen de symphyles extraits par piège en fonction de la méthode de piégeage ( $\pm$  Erreur standard)**  
Méth.1 : Piège contenant du maïs semé directement dans la parcelle, Méth.2 : Piège contenant du maïs semé en serre, Méth.3 : Piège contenant des rondelles de pomme de terre



### I.3.3. Comparaison de l'extraction manuelle avec l'extraction par flottaison

Pour les deux méthodes d'extraction, des symphyles ont été extraits dans tous les béciers.



**Fig. 7 : Radar comparatif de l'extraction manuelle et de l'extraction par flottaison.** Les valeurs présentées sont des moyennes pour 10 béciers de 250 ml. dont les symphyles ont été extraits un mois après une inoculation de 10 symphyles par bécier.

Le nombre moyen de symphyles extraits est de 16 symphyles/bécier pour l'extraction manuelle et de 20 symphyles par béciers pour l'extraction par flottaison ( $p < 0.05$ ) (Fig. 7). Le nombre moyen de larves extraites est de 7 par la méthode manuelle et de 12,9 par flottaison ( $p < 0.001$ ). Le nombre moyen d'adultes extraits est de 8,5 par la méthode manuelle et de 7,1 par flottaison ( $p : 0.26$ ). Il n'y a pas de différence en ce qui concerne les œufs. Des œufs issus d'une même ponte et amassés les uns contre les autres sont extraits dans 3 béciers sur 10 pour les deux méthodes. La mortalité des larves et des adultes n'a pas été différenciée. La mortalité totale des symphyles extraits est de 7 % par l'extraction manuelle et de 59% par flottaison ( $p < 0.001$ ). Enfin, le temps d'extraction moyen par bécier est comparable pour les deux méthodes : 6'35'' et 6'44''. (Fig. 7)

La méthode d'extraction par flottaison permet d'extraire 1,8 fois plus de larves que l'extraction manuelle. Cette observation est conforme à d'autres études s'intéressant aux coléoptères, lépidoptères et diptères : **l'extraction manuelle sous estime la population de larves** (Smith, Potts & Eggleton, 2008). Ceci est probablement lié à la petite taille des larves (<5 mm) qui ont la capacité de se 'cacher' au sein de petits agrégats (<1 cm).

Le temps d'extraction par b cher n'a pas été calibré car le temps de prélèvement est variable en fonction du nombre d'individus. Par conséquent, l'effort de recherche n'est pas identique pour tous les b chers. Ceci peut donc représenter un léger biais dans les résultats.

#### **I.4. Perspectives d'amélioration de la méthode du pot 76 et conclusion**

Les premiers résultats obtenus avec la méthode du pot 76 sont satisfaisants. Cependant, quelques travaux complémentaires permettraient d'avoir une meilleure connaissance de la technique et d'optimiser celle-ci.

- Les résultats obtenus sont valables uniquement dans les conditions de sol et d'humidité de l'expérimentation. Il serait nécessaire de renouveler l'évaluation de la méthode dans d'autres conditions.

- Le nombre de symphyles piégés à l'aide de la méthode du pot 76 ne permet pas de connaître la réelle densité de symphyles par volume de terre. Comparer cette méthode avec d'autres techniques (exemple : technique des cages grillagées) permettrait de faire le lien entre nombre de symphyles piégés et densité. Cependant, ceci ne semble pas évident à mettre en œuvre en raison du caractère hétérogène de la distribution des symphyles.

- L'effet de la surface non percée du pot est méconnu. Il est possible que cette surface représente un obstacle à l'entrée des symphyles dans le pot. Il serait donc intéressant de comparer les pots 76 avec des pièges ayant une ouverture plus grande.

**La méthode du pot percé est une technique simple et efficace pouvant être utilisée de façon mixte pour l'échantillonnage et le piégeage massif de symphyles.**

**Le choix de la méthode d'extraction des symphyles contenus dans le volume de sol prélevé doit être fait en fonction de l'objectif de départ.**

**Si l'objectif se limite à l'évaluation du nombre de symphyles contenu dans un volume de sol, l'extraction par flottation doit être préférée.**

**En revanche, l'extraction manuelle doit être privilégiée lorsque l'on veut conserver des symphyles vivants pour l'étude et l'utilisation de ce ravageur en laboratoire ou en chambre de culture.**

## II. EVALUATION DU STATUT 'HOTE/NON HOTE' DE PLANTES DE SERVICES VIS-A-VIS D'*HANSENIELLA SP.*

Les symphyles sont des petits myriapodes blancs, frêles, vivant presque exclusivement dans le sol. Plusieurs espèces peuvent être rencontrées dans les cultures d'ananas, cependant Kehe (1988) considère que *Hanseniella ivorensis* Juberthie-Jupeau et Kehe est la seule espèce capable de provoquer des dégâts sur le système racinaire de l'ananas. Les symphyles sont constitués de deux parties : la tête, portant de longues antennes, le corps, couvert de soies et prolongé par deux grosses cerques. Au stade adulte, *H. ivorensis* possède douze paires de pattes et mesure entre 6 et 10 mm de longueur. En Martinique, une espèce qui n'a pour le moment pas été décrite, est largement répandue : *Hanseniella sp.* (Py, Lacoëuilhe et Teisson, 1984) (Fig. 8).



**Fig.8 : *Hanseniella sp.* au stade 11 paires de pattes.**

Photo prise sous loupe binoculaire au grossissement x 12.

### Caractéristiques et biologie des symphyles

Les symphyles sont des animaux aveugles, lucifuges, hygrophiles et incapable de creuser des galeries dans le sol. Ils se déplacent rapidement dans les macropores du sol. Les symphyles ne peuvent donc proliférer que dans des sols bien aérés. Le cycle complet de *H. ivorensis*, en conditions optimales (température de 28°C, humidité pondérale de 80%, disponibilité en nourriture) est de 47-48 jours (Py, Lacoëuilhe, Teisson, 1984).

### Symptômes et dégâts

Essentiellement phytophage, l'espèce se nourrit du système racinaire des plantes. Cette consommation du système racinaire perturbe fortement l'absorption des éléments minéraux. La croissance de la plante est donc fortement limitée et le rendement peut être considérablement réduit. Kehe (1978) considère que les pertes de rendement peuvent atteindre 50%. Les dégâts sont les plus importants lorsque l'humidité est un facteur limitant pour la plante. La plante n'a pas la capacité de régénérer son système racinaire.

En fonction du niveau de l'infestation, les symptômes observés peuvent être de différentes natures :

- Les racines sectionnées mais non ramifiées. Ce type de dégâts résulte de la consommation de l'extrémité des racines par les symphytes. Ces symptômes sont caractéristiques d'une infestation et d'une attaque en cours (Kehe, 1978).
- Les racines ramifiées en 'balais de sorcières' (Fig. 9). Ces racines sont le résultat d'une reprise de croissance du système racinaire à la suite d'une attaque sévère mais limitée dans le temps (Rohrbach & Johnson, 2003). Ce type de symptômes concerne les racines jeunes qui sont généralement préférées par les symphytes.



**Fig. 9 : Racine d'ananas en 'balais de sorcières'**

Afin de limiter les attaques et par conséquent les pertes de rendement, différentes méthodes de lutte ont été pratiquées ou expérimentées.

#### Méthodes de lutte expérimentées ou utilisées :

Plusieurs auteurs se sont intéressés à la réduction de la population de symphytes. Michelbacheret préconisait l'inondation des parcelles (Michelbacheret, 1935 cité par Umble & Fisher, 2003), Morrisson a développé une technique utilisant des explosifs (Morrisson, 1960 cité par Umble & Fisher, 2003). D'autres méthodes plus réalistes ont été expérimentées :

#### *Le labour*

Le labour est la méthode la plus ancienne et probablement une des plus efficaces. Le labour permet de tuer les symphytes par une action mécanique. Cette technique présente un inconvénient majeur : elle élimine également une partie des prédateurs de symphytes tel que *Pergamasus quisquiliarum* Canestrini (acarier) (Peachey *et al.*, 2006).

#### *La lutte chimique*

Des centaines de spécialités commerciales ont été utilisées pour le contrôle des symphytes durant les cent dernières années (Howitt & Bullock, 1955 cités par Umble *et al.*, 2006). Les substances actives organophosphatées sont généralement les plus efficaces et les plus utilisées. L'efficacité symphyticide du Marshall® (Substance active : carbosulfan) et du Rugby® (Substance active : cadusafos) a été mise en évidence (Umble *et al.*, 2006 ; Kehe, 1993). Aujourd'hui, aucune substance active symphyticide n'est autorisée en culture d'ananas (E-phy, 05/09/08). Seul le

Mocap 10 g RP (Substance active : ethoprophos), homologué pour les nématodes en culture d'ananas, peut avoir un effet sur les symphytes.

### *La lutte biologique*

Plusieurs prédateurs ont été répertoriés pour leur consommation de symphytes : *Cryptomorpha desjardinus* Guer., *Lithobius forficatus*. Le prédateur le plus cité est un centipède (*Lamycemus coeculus* Broleman) (Py, Lacoëuilhe et Teisson, 1984). Cependant Waterhouse (1969 cité par Peachey *et al.*, 2002) considère que la population de *Lamycetes sp.* est généralement insuffisante pour limiter les dégâts engendrés par les symphytes. Berry (1974) a identifié *Pergamasus quisquiliarum* comme un prédateur permettant de réguler la densité de population des symphytes. Cependant, Peachey *et al.* (2002) montrent qu'il n'y a pas de relation directe entre la population de *P. quisquiliarum* et celle de *Scutigerella immaculata*, une autre espèce de symphyte.

Certains nématodes peuvent également être des agents de contrôle des populations de *S. immaculata* (Swenson, 1966 cité par Peachey *et al.*, 2002). Brown *et al.* (2001) ont évalué en laboratoire l'effet de trois nématodes (*Heterorhabditis marelatus*, *Steinernema feltiae* et *S. carpocapsae*) sur *S. immaculata*. Aucune espèce de nématode n'a permis de réduire la population de symphytes.

### *Rotation de cultures*

La rotation de culture n'a pour le moment pas été utilisée pour réduire les populations de symphytes. Cependant, Umble & Fisher (2003) considèrent que la rotation des cultures est un outil pour la gestion des symphytes. Quelques travaux ont été entrepris sur ce thème :

- des travaux réalisés en laboratoire montrent une croissance de la population supérieure pour les symphytes alimentés de feuilles de laitues (*Lactuca sativa* L.) et de racines de carottes (*Dacus carota* L.) que pour les symphytes alimentés de racines de seigle (*Secale cereale* L.), de haricot (*Phaseolus vulgaris* L.), de maïs doux (*Zea mays* L.) ou de luzerne (*Medicago sativa* L.) (Shanks, 1966 cité par Umble & Fisher, 2003),
- Umble & Fisher (2003) notent une forte régression de la population de *S. immaculata* à la suite d'une culture de pomme de terre. Ils pensent que cette diminution est liée à la présence de glycoalcaloïdes dans la peau des tubercules et dans les racines (Friedman & McDonald, 1997 cités par Umble & Fisher, 2003).
- la population de symphytes après une couverture hivernale d'avoine ('Monida') est inférieure à la population après de l'orge ('Micah'), de la moutarde ('Martiginia') ou du riz ('Wheeler') (Peachey *et al.*, 2002).

Face à l'absence de moyen de contrôle efficace, la rotation des cultures semble représenter une piste de travail encourageante. En effet, il y a des différences significatives de densité de population de *S. immaculata* entre les différentes plantes étudiées (Umble & Fisher, 2003). Aujourd'hui, plus aucune recherche n'est réalisée sur le genre *Hanseniella*. L'objectif de ce travail est donc d'étudier l'influence de plantes sélectionnées pour leurs propriétés nématocides sur la population d'*Hanseniella sp.* Le but est de trouver une plante non hôte d'*Hanseniella sp.* et/ou ayant des propriétés symphylicides.

## **II.1. Matériel et méthodes**

Huit plantes ont été évaluées : trois Fabacées, *Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria juncea* et *Mucuna deeringiana*, deux Poacées, *Chloris gayana* et *Brachiaria decumbens* var. Katambora, une Brassicacée, *Raphanus sativus* var. Carwoodi, deux Astéracées, *Tagetes erecta*, et *Tithonia diversifolia*.

### **II.1.1. Evaluation du statut hôte/non hôte**

L'influence des huit plantes précitées sur *Hanseniella sp.* a été évaluée par un comptage de la population de *Hanseniella sp.* un mois après inoculation de dix symphytes adultes par pot. Un dispositif comprenant 6 répétitions (6 pots) a été mis en place le 15 juillet. Les comptages ont été réalisés un mois plus tard, le 14 août.

#### **Le dispositif expérimental**

Les plantes testées ainsi que les deux témoins, le maïs (témoin sensible) et le terreau seul, ont été placées dans des godets en PVC noir de (9x9x9.5cm). Le terreau utilisé est composé d'un mélange de tourbe brune et blonde de sphaignes, d'écorces de résineux compostées, de fumier et de chaux. Il est passé à travers un tamis de 7 mm afin d'obtenir des macropores suffisamment gros pour le déplacement des symphytes (Umble & Fisher, 2003). L'essai est réalisé dans une chambre de culture à une température de 30°C (+/- 1°C) et éclairée 14h sur 24h. L'hygrométrie dans la chambre de culture est de 92%. L'arrosage des plantes est réalisé par subirrigation afin d'assurer le maintien d'une humidité identique pour tous les pots. Un complément d'eau est apporté manuellement à l'aide d'une pissette.

### La production de plants

Suite à des travaux préalables, toutes les plantes n'ont pas été semées à la même date afin d'obtenir des plantes de taille 'semblable' (annexe n°2) lors de l'inoculation.

Les graines de *Tagetes erecta*, *Brachiaria decumbens* et de *Chloris gayana* ont été semées à la volée en terrines le 2 juin et les terrines placées dans une chambre de culture à une température de 25°C. Les plantules ont ensuite été repiquées dans les godets le 17 juin.

*Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria juncea*, *Raphanus sativus* et le maïs ont quant à eux été semés directement en godets le 13 juin.

*Mucuna deeringiana* a également été semé directement en godets, mais le 20 juin.

Les plants de *Tithonia diversifolia* sont obtenus par bouturage. Le bouturage a été réalisé dans une plaque alvéolée le 11 juin. Une bouture racinée de 20 cm de longueur a été repiquée dans chaque godet le 7 juillet.

### Provenance de *Hanseniella* sp.

Les symphytes ont été collectés au mois de juin 2008, dans une parcelle d'ananas, en utilisant la méthode du pot 76 (cf. I.1.) suivi de l'extraction manuelle. Après le piégeage, les symphytes sont placés dans des boîtes d'élevage.

### L'élevage de symphytes

L'élevage est réalisé dans des boîtes fermées en polyéthylène transparent (15x13.5x5.5cm) placées dans une enceinte d'élevage à température contrôlée ( $28 \pm 0.5^\circ\text{C}$ ).

#### *- Préparation du substrat*

Le substrat utilisé est constitué d'un mélange de 50% de terreau avec 50% de terre végétale prélevée sur une parcelle d'ananas. Le mélange a été tamisé sur un tamis à maille de 7 mm afin d'éliminer les mottes inexplorables par les symphytes.

#### *- Gestion de l'humidité*

Afin d'assurer une humidité satisfaisante pour les symphytes, les milieux sont pesés au départ afin de rétablir, tous les 2 jours, l'humidité pondérale du milieu entre 60 et 80%, par des apports correctifs d'eau. L'eau est apportée à l'aide d'une pissette afin d'éviter des variations trop brutales de l'humidité dans les élevages. Pour limiter le risque de tassement de sol, le tamisage est réalisé après l'apport d'eau.

### - Alimentation des symphyles

En l'absence de nourriture fraîche en quantité suffisante, la reproduction est très ralentie (Py, Lacoëuilhe et Teisson, 1984 ; Kehe, 1988). Quatre grains de maïs prégermés par boîte et par semaine sont donc apportés.

Afin d'avoir une meilleure connaissance de la qualité de l'élevage, 10 béciers de 250 ml contenant 10 symphyles chacun et respectant les conditions précitées ont été mis en place le 11 juillet. L'alimentation des symphyles est assurée par l'apport d'un grain de maïs prégermé par bécier et par semaine. Les symphyles de l'ensemble des béciers sont extraits par flottaison un mois après leur mise en place, le 11 juillet. La durée d'un mois a été choisie afin d'éviter la succession de générations (Kehe, 1988). Un œuf pondu le jour de la mise en place de l'expérimentation n'a pas le temps de devenir un adulte en trente jours. A l'issue de ce mois, le taux de multiplication de la population est de 2. En moyenne, 20 symphyles sont extraits par bécier. Le taux de mortalité de la population parentale est de 29%. Le nombre moyen de larves extraites par béciers est de 12,9. Enfin, des œufs ont été retrouvés dans 3 des 10 béciers. Cette évaluation de l'élevage sur 10 béciers est satisfaisante. Les résultats montrent qu'il y a bien de la reproduction au sein des boîtes. Avec un effectif de départ de 20 adultes, le coefficient de multiplication d'*H. ivorensis* est de 5.1 après un mois (Kehe, 1988). Le faible coefficient de multiplication observé ici peut s'expliquer par une trop faible alimentation des symphyles ou par des caractéristiques différentes de l'espèce d'*H. ivorensis*.

### Inoculation

Le contenu des boîtes d'élevages est délicatement versé dans une cuvette de couleur noire puis les symphyles adultes sont transférés dans les godets à l'aide d'une spatule métallique (10 symphyles/godet).

### Variables mesurées : larves et adultes

30 jours après l'inoculation, les symphyles ont été extraits de chaque godet. Les symphyles aux stades larvaires ont été différenciés des adultes. Suite aux travaux préalables de comparaison des méthodes d'extraction (cf. I.2.3., I.3.3. et I.4.), l'extraction par flottaison (annexe n°3) a été préférée à l'extraction manuelle.



### II.1.2. Evaluation de l'effet de matériel végétal incorporé sur une population de symphytes adultes

L'effet de l'incorporation des huit plantes précitées a été évalué par un comptage de la population d' *Hanseniella sp.* deux semaines après une inoculation de 15 symphytes adultes par b cher de 250 ml. Un dispositif placé en étuve à 28 C, comprenant 5 répétitions (5 b chers), a été mis en place pour une durée de 18 jours.

#### Origine des plantes

Deux mois avant la préparation des b chers pour l'inoculation, les plantes ont été semées en godets (9x9x9.5cm) puis placées dans un tunnel plastique. Seul le *T. diversifolia* a été multiplié par bouturage. Le prélèvement des boutures a été réalisé sur des plantes présentes à l'état naturel en Martinique.

#### Préparation des b chers

200 ml de terreau humide et tamisé à 6 mm ont tout d'abord été apportés dans chaque b cher. Par la suite, 7 grammes de racines et 8 grammes de feuilles ont été hachées à l'aide d'un couteau puis mélangés aux 200 ml de terreau. Du terreau a ensuite été ajouté afin de compléter le b cher de 250 ml.

#### Origine des symphytes et inoculation

Les symphytes ont été prélevés sur une parcelle d'ananas (Fig. 5)   l'aide de la méthode du pot 76 (cf. I.1.). Tous les symphytes inoculés ont passé au minimum un mois dans une boite d'élevage (cf. II.1.) où l'alimentation a été assurée par du maïs. L'inoculation, à l'aide d'une spatule, a eu lieu 4 jours après incorporation des racines et du matériel végétal haché. 15 symphytes adultes ont été apportés dans chaque b cher.

#### Gestion de l'humidité du substrat

Afin d'assurer une humidité constante et identique dans tous les b chers, ces derniers ont été pesés individuellement à l'issue de leur préparation. Par la suite, afin de compenser les pertes par évaporation, un apport correctif en eau à l'aide d'une pissette a été réalisé deux fois par semaine.

#### Variables mesurées

14 jours après l'inoculation, les symphytes ont été extraits de chaque pot par flottaison puis comptés. Les symphytes aux stades larvaires ont été différenciés des adultes.

## Analyse statistique des résultats

L'analyse statistique des données de comptage (résultats des parties II.1.1. et II.1.2.) a été réalisée à l'aide du logiciel R (R Development Core Team, 2008). L'effet des plantes sur la variable 'nombre total d'individus' a été analysé en utilisant le modèle log-linéaire de Poisson. Dans le cas de surdispersion (déviante résiduelle très supérieure au nombre de degrés de liberté résiduel), le modèle log-linéaire de quasi Poisson a été choisi (Crawley, 2005). L'effet traitement a tout d'abord été vérifié par une analyse de la totalité des données. Dans le cas où ce premier test s'avère positif ( $p < 0.05$ ), les modalités ont été analysées deux à deux afin d'identifier les groupes homogènes.

## II.2. Résultats

### II.2.1. Evaluation de l'effet de plantes de services sur *Hanseniella* sp.

#### II.2.1.1. Effet des plantes de services sur la mortalité des adultes

La mortalité moyenne des adultes inoculés est de 52%. L'analyse statistique des résultats révèle deux groupes homogènes : un premier groupe composé de *C. juncea*, Maïs, *T. erecta*, *C. spectabilis* et *T. diversifolia* pour lequel la mortalité des adultes est comprise entre 55 et 75%, un second groupe composé de *C. gayana*, Terreau seul, *R. sativus*, *M. deeringiana* et *B. decumbens*, pour lequel la mortalité est inférieure à 45% (Tableau 1).

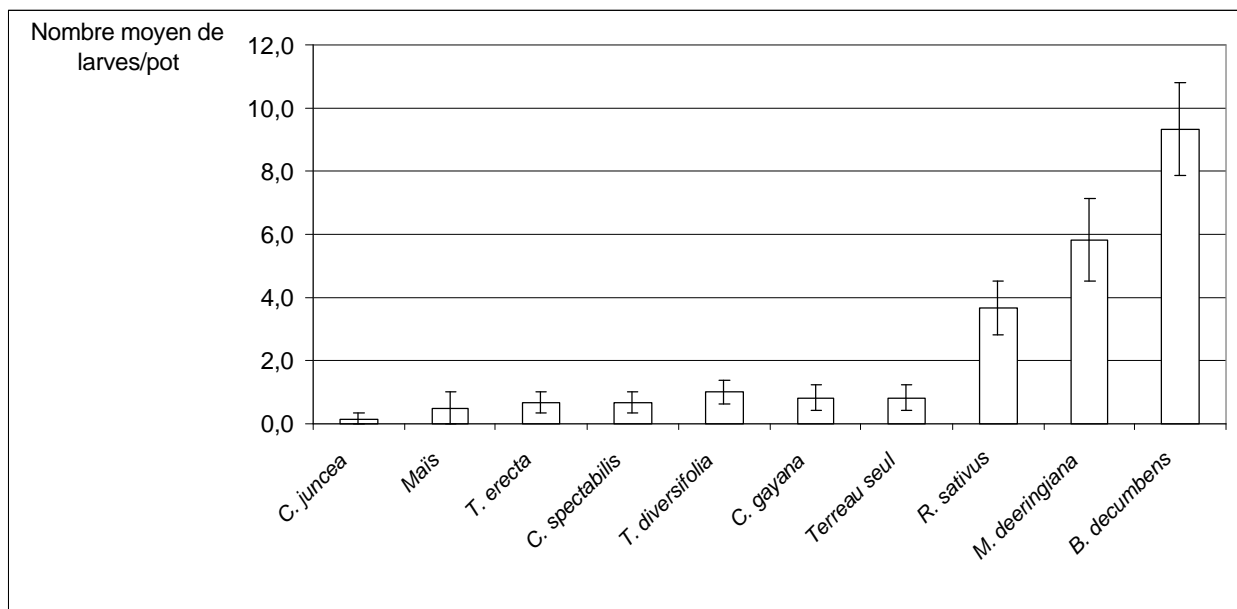
**Tableau 1 : Influence des huit plantes, du témoin positif (le maïs) et du témoin négatif (le terreau seul) sur le nombre des larves et d'adultes extraits un mois après une inoculation de 10 symphytes par godet.**

Plante	Nombre moyen de symphytes/godet (larves+adultes)	Nombre moyen de larves/godet	Pourcentage de mortalité des adultes
<i>C. juncea</i>	3,0 (a)	0,2 (a)	71,70%
Maïs	3,7 (ab)	0,5 (a)	68,30%
<i>T. erecta</i>	3,8 (ab)	0,7 (a)	68,30%
<i>C. spectabilis</i>	4,2 (ab)	0,7 (a)	65,00%
<i>T. diversifolia</i>	5,3 (bc)	1,0 (a)	56,70%
<i>C. gayana</i>	6,7 (cd)	0,8 (a)	41,70%
Terreau seul	7,8 (cd)	0,8 (a)	30,00%
<i>R. sativus</i>	9,0 (d)	3,7 (b)	46,70%
<i>M. deeringiana</i>	11,0 (d)	5,8 (b)	48,30%
<i>B. decumbens</i>	17,8 (e)	9,3 (c)	15,00%

Les valeurs 'nombre moyen de symphytes/ godet' suivies de la même lettre sont statistiquement équivalentes. Les valeurs 'nombre moyen de larves/ pot' suivies de la même lettre sont statistiquement équivalentes (test de comparaison deux à deux avec un modèle log-linéaire de Poisson au risque d'erreur de 0.05)

### II.2.1.2. Effet des plantes de services sur la reproduction des symphytes

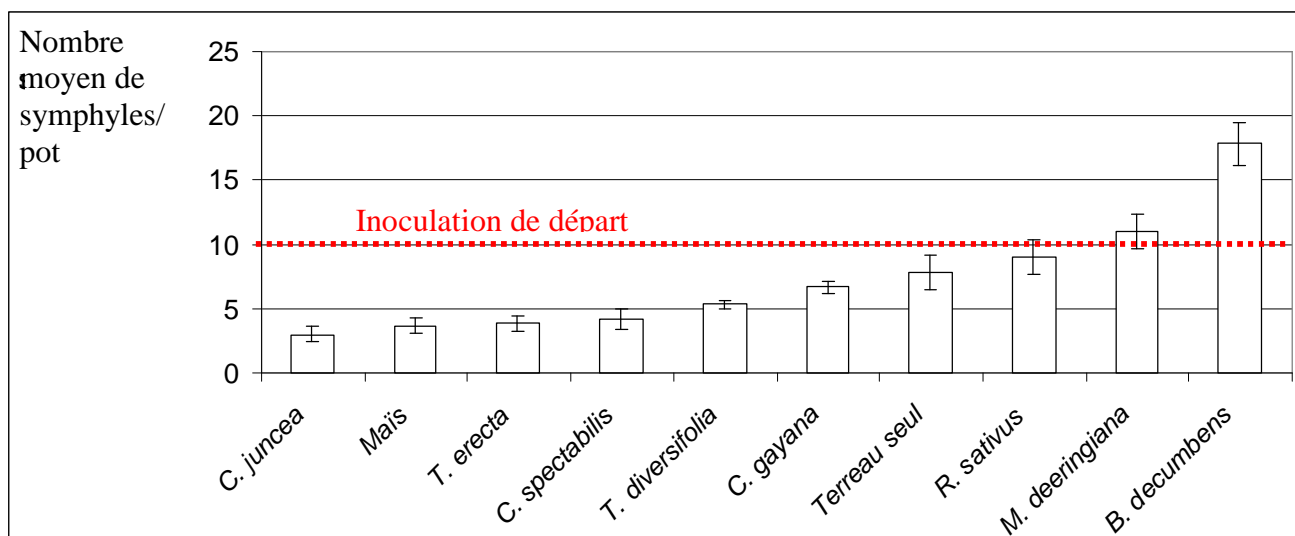
Le nombre moyen de larves extraites par pot est de 2.3. Le nombre moyen de larves est inférieur ou égal à 1 pour 7 des 10 modalités : *C. juncea*, Maïs, *T. erecta*, *C. spectabilis*, *T. diversifolia*, *C. gayana* et le terreau seul. Pour trois plantes, *R. sativus*, *M. deeringiana* et *B. decumbens*, le nombre moyen de larves par pot est supérieur à 3.5 (Fig. 10, Tableau 1). Les valeurs respectives de ces trois plantes sont de : 3.7, 5.8 et 9.3 larves/pot. Les tests de comparaison deux à deux montrent que ces valeurs sont significativement différentes du nombre moyen de larves extraits dans la modalité ‘terreau seul’ ( $p < 0.05$ ).



**Fig.10 : Nombre moyen de larves par pot en fonction de la plante.**  
± Erreur standard.

### II.2.1.3. Effet des plantes de services sur la population totale (larves + adultes)

Des symphytes ont été extraits dans l'ensemble des 60 pots du dispositif. Le nombre moyen de symphytes extraits par pot est de 7.2. Cependant, il y a de fortes variations entre les plantes. La moyenne maximale est de 17.8 symphytes/pot pour *B. decumbens* et la plus petite moyenne est de 3 pour *C. juncea* (Fig. 11).



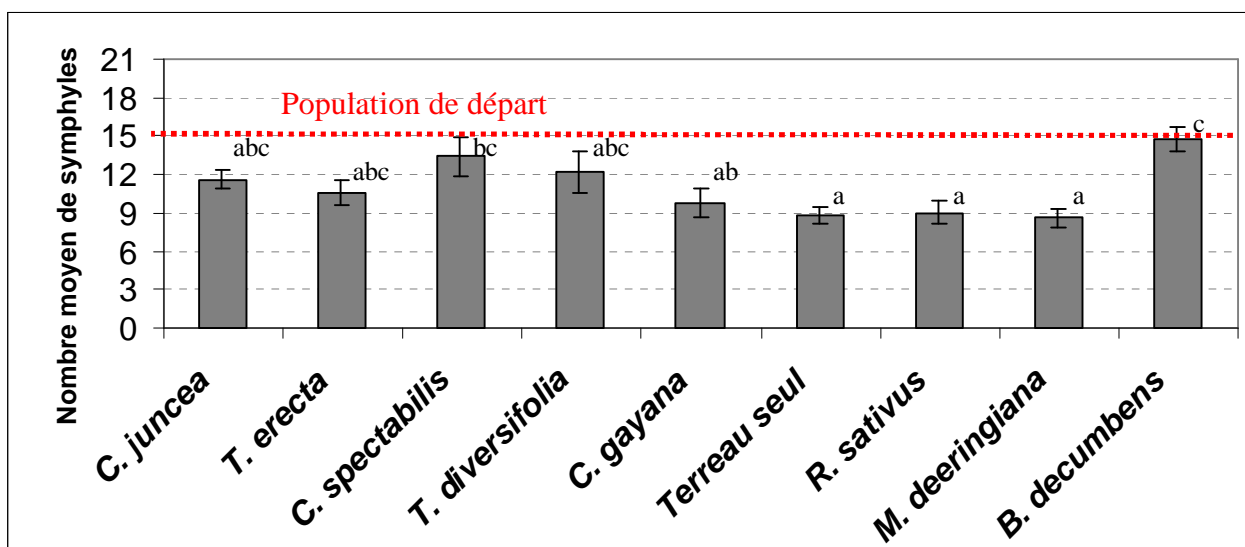
**Fig. 11 : Effet de 8 plantes, du témoin positif (le maïs) et du témoin négatif (terreau seul) sur l'évolution de la densité d'*Hanseniella* sp. après 4 semaines. ( $\pm$  Erreur standard).**

L'analyse statistique montre qu'il y a bien un effet significatif des plantes sur le nombre moyen de symphytes par pot ( $p < 0.001$ ). A l'exception de *M. deeringiana* et *B. decumbens*, il y a eu une décroissance de la population, le nombre de symphytes extraits par pot est inférieur à l'inoculation de départ (10 symphytes/pot). Le nombre moyen de symphytes extraits par pot est compris entre 0 et 5 pour *C. juncea*, le maïs, *T. erecta* et *C. spectabilis*, entre 5 et 10 pour *C. gayana*, le terreau seul et *R. sativus*, entre 10 et 20 pour *M. deeringiana* et *B. decumbens*. Il y a donc un accroissement de la population seulement dans deux modalités, *M. deeringiana* et *B. decumbens* (Fig. 10). Les nombres moyens de symphytes extraits pour ces deux plantes sont respectivement de 11 et 17.8 (Fig. 10). Enfin, le nombre total de symphytes extraits dans les pots de *B. decumbens* est statistiquement supérieur à toutes les autres modalités ( $p < 0.05$ ).

### II.2.2. Evaluation de l'effet de l'incorporation du matériel végétal sur les symphytes adultes

Des symphytes adultes ont été extraits dans la totalité des béciers du dispositif. Aucune larve n'a été extraite. Le nombre moyen de symphytes extraits, toutes modalités confondues, est de 10.9. Deux modalités, *C. spectabilis* et *B. decumbens*, sont statistiquement différentes de la modalité 'terreau seul' ( $p < 0.005$ ) (Fig. 12). Le nombre moyen de symphytes extraits pour ces deux plantes est de 13.4 pour *C. spectabilis* et de 14.8 pour *B. decumbens*. Toutes les autres plantes, pour lesquelles le nombre moyen de symphytes extraits est compris entre 8.5 et 12.5, sont statistiquement équivalentes à la modalité 'terreau seul'. Enfin, un amas d'œufs a été extrait dans un bécier de

*C. spectabilis*, trois bchers de *C. juncea*, deux bchers de *T. diversifolia*, un bcher de *B. decumbens* et dans un bcher de *C. gayana*.



**Fig. 12 : Effet du matériel végétal incorporé de huit plantes sur le nombre moyen de symphytes adultes extraits après deux semaines.** ( $\pm$  Erreur standard). Les lettres identiques signifient que les valeurs sont statistiquement équivalentes (test de comparaison deux à deux avec un modèle log-linéaire de Poisson au risque d'erreur de 0.05).

### II.3. Conclusions, discussion

#### II.3.1. Plantes hôtes d'*Hanseniella sp.*

*B. decumbens*, *M. deeringiana* et *R. sativus* se révèlent être des plantes hôtes d'*Hanseniella sp.* En effet, si l'on s'intéresse à la variable 'nombre de larves', ces trois plantes sont significativement différentes du témoin négatif (terreau seul) ( $p < 0.005$ ). Ceci démontre qu'il y a eu une multiplication d'*Hanseniella sp.* plus importante pour ces trois plantes. Cette multiplication plus importante des symphytes s'explique par la présence d'une quantité de nourriture plus importante (présence de racines) dans les pots de *B. decumbens*, *M. deeringiana* et *R. sativus*. Pour la variable 'nombre d'adultes', *M. deeringiana* et *R. sativus* sont identiques au témoin négatif ( $p > 0.05$ ). La différence observée sur le nombre de larves n'est pas identique pour les adultes car la population d'adultes n'a pas le temps de croître en un mois (Kehe, 1988). ***B. decumbens* est le meilleur hôte des plantes étudiées.** Le taux de mortalité des adultes est inférieur et le nombre moyen de larves extraites par pot est supérieur à toutes les autres modalités. De plus, le taux de multiplication de la population de 1.8 est comparable avec le taux de 2 mesuré avec le maïs dans les bchers utilisés pour l'évaluation de l'élevage (cf. II.1.).

Dans les conditions de l'expérimentation, **aucune plante présélectionnée ne permet une extinction totale de la population de symphyles. Aucune des huit plantes ne semble avoir d'effet toxique sur les symphyles.** En effet, la moyenne minimale mesurée est de 3 symphyles/pot pour le *C. juncea*. Le nombre moyen de symphyles présent dans le témoin positif (le maïs), est de 3.7. Cette valeur est bien inférieure à la moyenne de 20 calculée dans les béciers placées en étuve. Cette forte différence démontre qu'il y a eu un problème dans le dispositif mis en place. La température (31°C), le substrat (principalement composé de tourbe) et la quantité de nourriture disponible n'étaient pas des facteurs limitant pour le développement d'*Hanseniella sp.* En effet, les valeurs de ces trois variables étaient comparables dans les béciers placés en enceinte climatique. L'humidité du substrat pourrait donc être le facteur responsable de la régression de population dans la modalité 'maïs'. En effet, l'irrigation manuelle et par subirrigation n'a pas permis d'obtenir une humidité constante et saturée dans la totalité des pots. Le terreau contenant les plantes les plus développées s'est asséché à plusieurs reprises. Or, les symphyles ne peuvent supporter des teneurs en eau inférieures à la saturation ni des variations importantes de celles-ci (Kehe, 1988). Pour les plantes ayant une évapotranspiration réelle forte (*C. juncea*, *C. spectabilis*, *M. deeringiana*, *T. diversifolia*, maïs), l'humidité a été le facteur limitant le développement des symphyles. Il n'est donc pas possible de répondre à la question initiale (évaluation du statut hôte/non hôte) pour ces plantes.

La modalité 'terreau seul', où les pertes en eau sont très faibles, a quant à elle permis d'obtenir des résultats conformes à la bibliographie. Dans cette modalité, en l'absence totale de nourriture, le taux de mortalité de la population parentale est de 30%, valeur équivalente à celle observée par Kehe (1988) sur l'espèce *H. ivorensis*. Les symphyles sont donc capables de survivre sans s'alimenter pendant 2 semaines.

### II.3.2. Une meilleure survie des symphyles dans les modalités *C. spectabilis* et *B. decumbens* incorporées

Dans la modalité terreau seul, le taux de mortalité est de 40%. Cette valeur est comparable aux 44.5% obtenus après un mois par Kehe (1988) et à celle de 30% obtenue après un mois lors des travaux d'évaluation du statut hôte/non hôte (cf. II.2.1.1.). Ce taux de mortalité est statistiquement différent pour les béciers contenant du *B. decumbens* et du *C. spectabilis* incorporé. Cette différence s'explique par la différence de quantité de nourriture disponible. ***Hanseniella sp.* a la capacité de s'alimenter du *C. spectabilis* et du *B. decumbens* incorporé. Les symphyles ne peuvent pas se nourrir de l'appareil végétatif et racinaire des autres plantes incorporées.**

Des symphytes ont été retrouvés dans toutes les modalités, **aucune plante testée ne libère de substance toxique pour les symphytes dans les quinze jours qui suivent l'incorporation de la matière végétale.**

### II.3.3. Possibilités d'améliorations du dispositif d'évaluation du statut hôte/non hôte

Le dispositif n'a pas permis d'évaluer le statut 'hôte, non hôte' des huit plantes étudiées. Un nouveau dispositif prenant en considération les remarques présentées ci-dessous doit donc être mis en place.

- La survie et la reproduction d'*Hanseniella ivorensis* sont très dépendantes de la quantité de nourriture disponible (Kehe, 1988). Dans le dispositif mis en place, il n'est pas possible d'assurer une abondance racinaire identique à toutes les plantes. La reproduction est donc inférieure pour les plantes émettant peu de racines. Afin d'assurer la présence de racine fraîche, il est possible de repiquer de jeunes plantules pour remplacer les plantes mortes, tuées par *Hanseniella sp.*
- Il a été remarqué dans les boîtes d'élevages que les pontes se font principalement dans le fond des boîtes, en contact direct avec le plastique. Dans l'hypothèse où cette observation s'applique également aux godets, les œufs présents dans le fond des pots sont probablement détruits par la subirrigation. La subirrigation n'est donc probablement pas la solution idéale. Cependant, l'utilisation de cette méthode est envisageable en utilisant un substrat adapté et en conservant en permanence le niveau d'eau au plus haut.
- Des pots plus hauts (pot de 20 cm de hauteur) et par conséquent d'un volume plus conséquent permettrait de limiter les variations importantes d'humidité et de favoriser des migrations verticales de symphytes en fonction de l'humidité du sol. Cependant, cette augmentation de la taille des pots nécessite d'accroître le nombre de symphytes apportés lors de l'inoculation : apport de 15 à 20 symphytes/pot.
- Il serait intéressant de comparer des modalités avec et sans symphytes. Une mesure de la masse végétale produite permettrait de connaître le niveau de tolérance des plantes testées vis-à-vis d'*Hanseniella sp.*
- La gestion de l'humidité du substrat, supposée problématique lors de cette expérimentation pourrait être optimisée par l'utilisation de différents outils, dispositifs ou matériaux : microtensiomètres, substrat spécifique à la subirrigation, dispositif utilisé par Umble et Fisher (2003), mèches absorbantes.

### III. EVALUATION DE PLANTES DE SERVICES POUR LE CONTROLE DE *ROTYLENCHULUS RENIFORMIS*

*Rotylenchulus reniformis* Lindford et Oliveira est un nématode qui se rencontre dans les zones tropicales et subtropicales partout à travers le monde. Ce nématode a été pour la première fois détecté en 1940 en Georgie aux Etats-Unis et la même année l'espèce a été décrite à Hawaïi (Heald & Robinson, 1990). Aujourd'hui cette espèce est la plus problématique dans les cultures d'ananas présentes à Hawaï et aux Philippines, mais pose également d'importants problèmes aux Antilles, en Thaïlande, en Australie et au Mexique (Caswell, Sarah & Apt, 1990).

#### Cycle de développement

Le nématode réniforme *R. reniformis* a une température optimale de mouvement et de reproduction comprise entre 27 et 32°C. Son cycle de vie complet est de 24 à 29 jours dans les conditions optimales. Ce cycle est relativement simple et se décompose en six stades : un stade œuf, quatre stades juvéniles et le stade adulte. La ponte des œufs est stimulée par les exsudats racinaires des plantes hôtes (Caswell, Sarah & Apt, 1990). *R. reniformis* est le nématode réniforme qui présente le plus grand nombre de plantes hôtes (Robinson *et al.*, 1997). Les mâles ne se nourrissent pas. Les jeunes femelles constituent le stade infectieux : elles pénètrent dans la racine, au niveau de la zone d'élongation. Lors de l'invasion des racines, la partie antérieure du corps de la femelle pénètre dans la racine pour s'y fixer, tandis que la partie postérieure reste à l'extérieur. Sept à dix jours après la fixation dans la racine, la femelle devient reproductive (Konan & Mergeai, 2007).

#### Symptômes et dégâts

Les symptômes non spécifiques observés sur le système végétatif de l'ananas sont comparables à ceux engendrés par des stress hydriques ou minéraux : port des feuilles moins érigé, couleur rougeâtre, réduction des mécanismes de croissance.

Les racines primaires ne sont pas infestées et continuent donc leur élongation permettant l'ancrage de la plante. En revanche *R. reniformis* inhibe la croissance des racines secondaires ; le développement du système racinaire de la plante est donc limité (Caswell, Sarah & Apt, 1990). L'altération serait liée à la composition chimique de *R. reniformis* : des toxines salivaires pourraient être responsables de la perte d'activité des racines, entraînant inévitablement une perte de vigueur de la plante qui ne peut conduire qu'à une diminution du rendement (Py, Lacoëuilhe et Teisson, 1984). Une forte infestation peut engendrer un effondrement de la plante aboutissant à sa mort.



Actuellement aucune variété commerciale n'a une bonne résistance au nématode réniforme. De plus, les producteurs doivent se contenter d'un très faible nombre de méthodes de lutte. La lutte chimique est la méthode la plus couramment utilisée. En effet, la fumigation du sol permet une augmentation de rendement (Sipes & Wang, 2000). Cependant les substances actives nématicides, notamment le 1.3-Dichloropropène, présentent l'inconvénient majeur de supprimer également les antagonistes des nématodes (Rohrbach & Apt, 1986). Une approche biologique est également envisageable. Certains antagonistes du sol tels que des champignons nématophages, des bactéries pathogènes, ou des bactéries sont des régulateurs de la population de nématodes dans les sols. Cependant, dans l'état actuel des connaissances, cette méthode de lutte encore expérimentale est très loin d'être appliquée (Py, Lacoëuilhe et Teisson, 1984 ; Konan & Mergeay, 2007).

Face à l'absence de moyen de contrôle efficace et durable, l'utilisation de plantes de services peut représenter une alternative pour le contrôle de *R. reniformis*. Les plantes de services peuvent permettre de réguler la population de nématodes par différents mécanismes : un statut non hôte du nématode, la production de substances allélopathiques, l'augmentation de la faune et de la flore antagoniste. La plante de services idéale doit être dotée de plusieurs mécanismes impliqués dans la suppression des nématodes. (Jones, Lawrence & Lawrence, 2006).

Plusieurs travaux déjà réalisés sur ce thème donnent déjà des résultats encourageants : parmi les Fabacées, les crotalaires sont pour le moment les plantes donnant les meilleurs résultats pour le contrôle de *R. reniformis* (Wang, Sipes & Schmitt, 2001). L'application d'exsudats radiculaires d'œillet d'inde (*Tagetes patula*) et de *Chloris gayana* réduit significativement le nombre des *R. reniformis* dans le sol (Caswell *et al.*, 1991). Des travaux réalisés en parcelles à Hawaï montrent qu'à l'issue de trois mois de culture, *Sinapsis alba* et *Tagetes erecta* permettent de réduire la densité de *R. reniformis* (Wang & Sipes, 2000).

Ces résultats intéressants déjà obtenus montrent que l'utilisation d'une plante de service intégrée entre deux cultures d'ananas peut représenter une alternative à la lutte chimique pour les producteurs d'ananas en Martinique. Les objectifs de ce travail sont donc :

- Evaluer le statut hôte/ non hôte de six plantes de services,
- Evaluer l'effet suppressif de ces plantes sur *R. reniformis*,
- Evaluer l'effet de l'incorporation de ces plantes sur la population de *R. reniformis*.

### **III.1. Matériel et méthodes**

L'influence de six plantes sur la densité de *Rotylenchulus reniformis* a été évaluée par une expérimentation en pots d'une durée de 3.5 mois comprenant dix répétitions. Les six plantes évaluées sont : trois Fabacées (*Crotalaria spectabilis*, *Crotalaria juncea* et *Mucuna deeringiana*), deux Astéracées (*Tithonia diversifolia* et *Tagetes erecta*) et une Brassicacée (*Raphanus sativus* var. Carwoodi). Trois analyses nématologiques ont été réalisées : avant le semis, 2.5 mois après le semis, puis un mois après l'incorporation du matériel végétal.

#### **L'obtention d'un substrat infesté de *R. reniformis***

60 pots d'une capacité de 25 litres, contenant du sol provenant d'une parcelle d'ananas infesté par *R. reniformis* ont été ensemencés de *Vigna sp.*, plante hôte de *R. reniformis* (Konan & Mergeai, 2007), le 14 décembre 2007. Le but de cet ensemencement était de multiplier la population du nématode. Le 2 avril 2008, le *Vigna* ainsi que les adventices ont été détruits, puis la première analyse nématologique a été réalisée le 07 avril. Dans quinze pots choisis au hasard, le niveau de population de *R. reniformis* a été évalué par la méthode d'élutriation de Seinhorst sur des échantillons de sol de 250 ml. prélevés dans les 20 premiers centimètres des pots (Seinhorst, 1962) (annexe n°4). Les résultats de cette analyse ont montré qu'il y avait une forte population de *R. reniformis* dans tous les pots (moyenne : 7212 *R. reniformis*/dm<sup>3</sup> de sol ; minimum : 2720 ; maximum : 12240).

Cette analyse a également permis de noter la présence de *Mesocriconema onoensis* (moyenne : 737 *M. onoensis*/dm<sup>3</sup> de sol ; minimum : 0 ; maximum : 2000).

Une forte population de symphytes (*Hanseniella sp.*) est susceptible de limiter le développement des nématodes (Kehe, Gnonhouiri, & Adikolo, 1997). Un échantillonnage de la population de symphytes a donc été réalisé durant la semaine précédant le semis. Dix pièges respectant le protocole de la méthode de l'appât (William, 1996) ont été posés aléatoirement parmi les 60 pots du dispositif. Aucun symphyte n'a été observé lors du relevé de ces pièges.

#### **Mise en place de l'essai**

Le lundi 5 mai, le semis a été réalisé en suivant les recommandations de densités présentes sur le site [www.tropicalforages.info](http://www.tropicalforages.info).

Les densités de semis pratiquées sont les suivantes :

<i>Crotalaria spectabilis</i> .....	50 kg/ha
<i>Crotalaria juncea</i> .....	50 kg/ha
<i>Mucuna deeringiana</i> .....	80 kg/ha
<i>Tagetes erecta</i> .....	6 kg/ha
<i>Raphanus sativus</i> var. Carwoodi.....	16 kg/ha

Le taux de germination de *T. erecta* a été faible (inférieur à 50%), un semis de correction a donc été réalisé le 27 mai.

*Tithonia diversifolia* a, contrairement aux autres plantes, été implanté par bouturage. Le 16 juin, cinq boutures de 20 cm de longueur sont placées dans chaque pot.

### Suivi de l'essai

- L'arrosage des pots était assuré par un système d'irrigation au goutte-à-goutte. Un goutteur d'un débit de 4.5 l/heure a été placé dans chaque pot. Chaque jour, trois arrosages de cinq minutes sont programmés, à 8 heures, 11 heures et 15 heures.

- L'ensemble des pots a été désherbé manuellement à deux reprises.

### Incorporation

L'incorporation des plantes a eu lieu 2 à 2.5 mois après le semis. L'appareil végétatif et l'appareil racinaire des plantes ont été découpés en morceaux d'environ 5 cm de longueur, puis incorporés dans les pots. Le système d'irrigation par goutte-à-goutte a été conservé suite à l'incorporation.

### Prélèvement du sol et analyses

Pour tous les pots, 250 ml de sol sont prélevés, en trois points, au niveau du système racinaire des plantes. Deux prélèvements ont été réalisés pour chaque pot : à la fin du cycle végétatif des plantes, puis un mois plus tard, après incorporation. La densité de *R. reniformis* par volume de sol a été évaluée par élutriation (Seinhorst, 1962) (annexe n°4).

### Analyse statistique

L'analyse statistique des données est réalisée à l'aide du logiciel R (R Development Core Team, 2008). L'effet des plantes sur la variable 'nématodes/dm<sup>3</sup> de sol' a été analysé en utilisant le modèle log-linéaire de quasi-Poisson. Dans le cas où ce premier test s'avère positif ( $p < 0.05$ ), les plantes sont analysées deux à deux afin d'identifier les groupes homogènes (Crawley, 2005).

## III.2. Résultats

### III.2.1. Evolution de la population de *R. reniformis* en fonction des plantes de services

Après deux mois de croissance, quatre plantes ont eu un effet sur la population de *R. reniformis* (Tableau 2). *T. diversifolia*, *M. deeringiana*, *C. spectabilis* et *C. juncea* ont respectivement permis de diminuer la population de *R. reniformis* de 73, 83, 95 et 97 % (Fig. 13) ( $p < 0.005$ ). La population de *R. reniformis* présente dans les pots de *T. erecta* et de *R. sativus* est inchangée par rapport à la population présente avant le semis (7200 *R. reniformis*/dm<sup>3</sup> de sol) ( $p > 0.05$ ).

Tableau 2 : Effet des plantes de services sur les populations de nématodes avant et après incorporation

Plante	<i>R. reniformis</i>		<i>Mesocriconeuma onoensis</i>	
	Nombre /dm <sup>3</sup> de sol avant incorporation	Nombre /dm <sup>3</sup> de sol après incorporation	Nombre /dm <sup>3</sup> de sol avant incorporation	Nombre /dm <sup>3</sup> de sol après incorporation
Post semis	7216 (a)		736 (b)	
<i>M. deeringiana</i>	1234 (b)	1282 (c)	106 (c)	498 (b)
<i>C. spectabilis</i>	320 (c)	590 (cd)	3480 (a)	3214 (a)
<i>C. juncea</i>	146 (d)	332 (d)	4720 (a)	4298 (a)
<i>T. erecta</i>	9200 (a)	15104 (a)	488 (b)	504 (b)
<i>R. sativus</i>	7120 (a)	8800 (b)	560 (b)	180 (c)
<i>T. diversifolia</i>	1884 (b)		452 (b)	

Pour chaque colonne, les lettres identiques signifient que les valeurs sont statistiquement équivalentes (test de comparaison deux à deux avec un modèle log-linéaire de quasi-Poisson au risque d'erreur de 0.05)

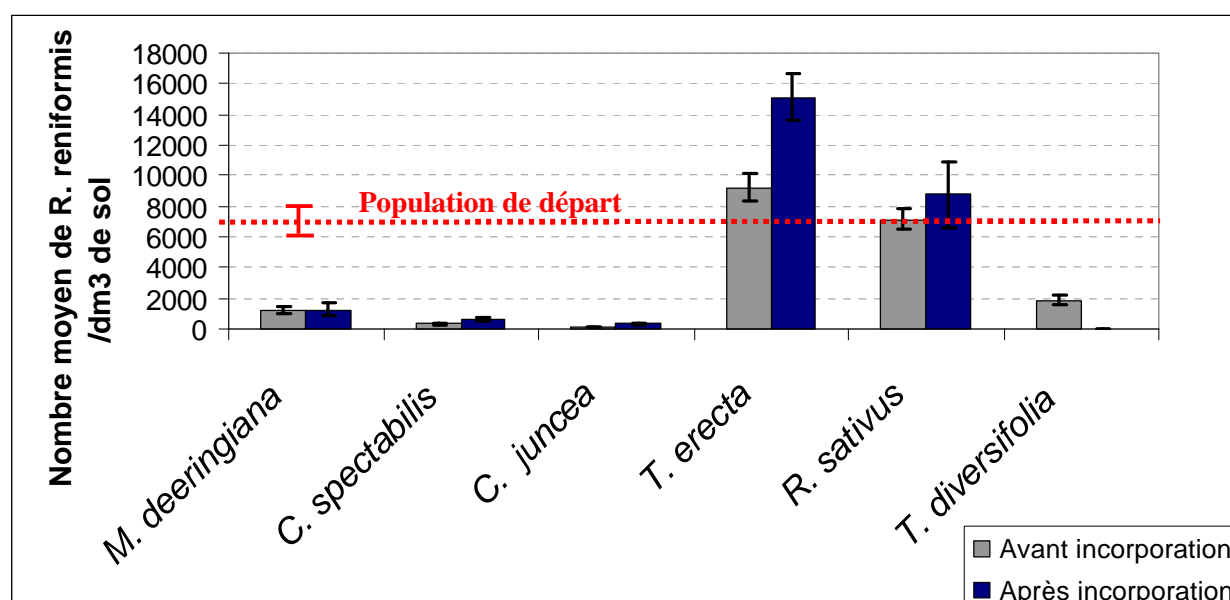


Fig. 13 : Effet de six plantes sur l'évolution de la population de *R. reniformis* (± Erreur standard).

Un mois après incorporation, la population de *R. reniformis* est inchangée pour *C. spectabilis*, *M. deeringiana* et *R. sativus* ( $p>0.05$ ). En revanche, elle a augmenté dans les pots de *C. juncea* ( $p<0.05$ ) et de *T. erecta* ( $p<0.001$ ). Pour ces deux plantes, le nombre moyen de *R. reniformis*/dm<sup>3</sup> de sol après incorporation est respectivement de 332 et 15104. L'analyse après incorporation de *T. diversifolia* n'est pas encore réalisée.

### III.2.2. Evolution de la population de *Mesocriconema onoensis* en fonction des plantes de services

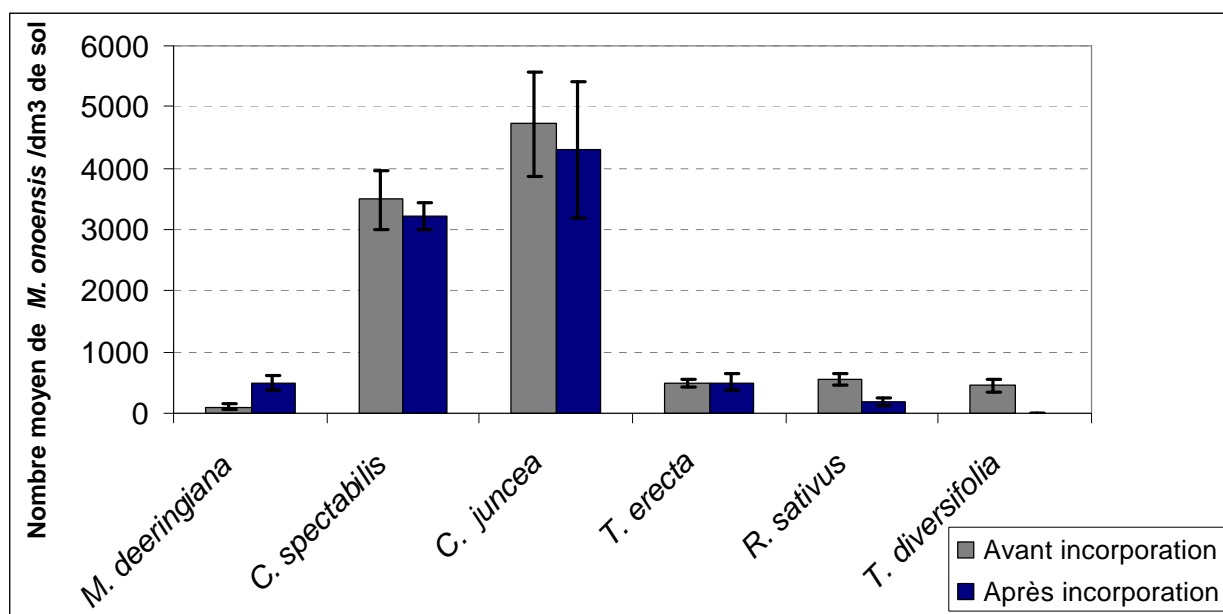


Fig. 14 : Effet de six plantes sur l'évolution de la population de *M. onoensis* ( $\pm$  Erreur standard).

Les plantes ont également eu un effet sur la population de *M. onoensis* ( $p<0.001$ ). *M. deeringiana* a diminué la population par sept. *C. spectabilis* et *C. juncea* ont multiplié la population par cinq (Fig. 14). Pour ces deux plantes, le nombre de *Mesocriconema onoensis*/ dm<sup>3</sup> de sol est de 3480 et 4720 (Tableau 2). Enfin, *R. sativus*, *T. erecta* et *T. diversifolia* n'ont pas influencé la population ( $p>0.05$ ).

L'incorporation de *C. spectabilis*, *C. juncea* et de *T. erecta* n'a pas eu d'effet sur *M. onoensis* ( $p>0.5$ ). Le *R. sativus* incorporé a eu un effet suppressif sur la population ( $p<0.005$ ). Pour cette plante, le nombre moyen de *M. onoensis*/dm<sup>3</sup> présents un mois après l'incorporation est de 180. En revanche, la population augmente à la suite de l'incorporation de *M. deeringiana* (Tableau 2).

### III.3. Discussion

Quatre plantes, *T. diversifolia*, *C. juncea*, *C. spectabilis* et *M. deeringiana* ont permis de réduire la population sous le seuil des 2000 *R. reniformis*/dm<sup>3</sup> de sol. Ces quatre plantes ont un effet nématocide. *R. reniformis* est le principal facteur limitant le développement de l'ananas à partir de 4000 nématodes /dm<sup>3</sup> (Sipes & Schmitt, 2000). Les résultats obtenus avec ces quatre plantes sont donc satisfaisants. Cependant, l'effet de ces plantes sur les œufs de *R. reniformis* est inconnu. *R. reniformis* peut survivre au stade œuf durant plus de deux ans (Apt, 1976). Il est donc possible que des plantes ayant un effet nématocide sur les stades juvéniles soient sans effet sur le stade œuf.

*T. diversifolia* permet de réduire les populations de juvéniles de 2<sup>ème</sup> stade de *Meloidogyne incognita* (Tsay, Wu & Lin, 2004). Cependant, aucune étude n'avait évalué l'effet de cette plante sur *R. reniformis*. Les propriétés nématocides observées vis-à-vis de *R. reniformis* montrent donc tout l'intérêt de cette plante. Des études en plein champ doivent donc être rapidement mises en place afin de tenter de valoriser au plus vite tous les intérêts de cette plante : propriétés nématocides et fort potentiel d'amélioration du sol (Olabode *et al.*, 2007).

Les bons résultats obtenus avec *C. juncea* confirment les observations de Wang, Sipes & Schmitt (2001 ; 2002) : *C. juncea* est une plante prometteuse pour le contrôle de *R. reniformis*. *C. juncea* et *C. spectabilis* ont multiplié la population de *M. onoensis*. Les deux crotalaires sont donc des plantes hôtes de ce nématode. *M. onoensis* n'est pas répertorié comme parasite de l'ananas. De plus, aucune prolifération de cette espèce n'a été remarquée en culture d'ananas en Martinique. Par conséquent, cette observation ne devrait pas limiter l'intérêt des deux crotalaires.

Les résultats décevants de *T. erecta* et *R. sativus* peuvent s'expliquer par une faible croissance de ces plantes dans le dispositif mis en place. En effet, les taux de germination de *T. erecta* ont été faibles et le développement des plantes limité. Les plants de *R. sativus* n'ont pas formé de bulbes. Par conséquent, aucun effet nématocide n'a été observé. Les résultats concernant *T. erecta* sont contradictoires avec les travaux réalisés par Caswell *et al.* (1991). En effet, ces auteurs avaient démontré en laboratoire l'efficacité de *T. erecta* vis-à-vis de *R. reniformis*.

Une modalité sans plante manquait dans ce dispositif. On ne peut donc pas conclure sur le statut hôte/non hôte de *T. erecta* et *R. sativus*. En effet, le maintien de la population dans ces deux modalités peut s'expliquer par la capacité de *R. reniformis* à survivre en l'absence de plante hôte ou par le statut hôte de *T. erecta* et *R. sativus*. Cependant, *R. reniformis* peut survivre au moins deux ans en l'absence de plante hôte dans un sol desséché (McSorley, 2003). On peut donc penser que ces deux plantes sont non hôtes de *R. reniformis*, elles ne permettent pas la prolifération des nématodes. Ce résultat est en contradiction avec les résultats obtenus par Wang, Sipes & Schmitt (2001), qui montraient que *T. erecta* est une plante hôte de *R. reniformis*.

L'incorporation de l'appareil végétatif des plantes n'a pas eu d'effet direct sur *R. reniformis*. Cependant, un effet indirect est possible par l'augmentation de l'activité microbienne à la suite d'une augmentation de la teneur en matière organique. Il serait donc intéressant de faire une nouvelle analyse nématologique deux à trois mois après incorporation afin d'évaluer les effets indirects.

Après deux mois et demi de culture et un mois après l'incorporation, quatre plantes permettent une réduction de plus de 70% de l'infestation. Ce résultat est encourageant cependant il est possible qu'une augmentation de la durée de culture et de la durée après incorporation permettaient de réduire plus fortement l'infestation.

## IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

### **IV.1. Plante de services pour la culture de l'ananas : un choix difficile**

Les premiers résultats obtenus permettent de mettre en avant toute la difficulté du choix d'une plante de services. En effet, une plante de services 'idéale' doit être dotée de propriétés améliorantes et être non hôte de l'ensemble des agents pathogènes de l'ananas. Cette deuxième condition est relativement difficile à atteindre. En effet, on a pu se rendre compte grâce à cette étude que certaines plantes ayant des propriétés assainissantes vis-à-vis d'un ravageur peuvent être problématiques pour la gestion d'un ou plusieurs autres ravageurs. Ce constat est par exemple applicable à *M. deeringiana*. Cette plante permet de diminuer la population de *R. reniformis* mais elle est, en revanche, hôte d'*Hanseniella* sp.

Ce choix, difficile lorsque l'on raisonne le contrôle de deux ravageurs, l'est d'autant plus si l'on s'intéresse à la cohorte d'agents pathogènes de l'ananas ou si l'on raisonne à l'échelle de la succession de cultures. En effet, le raisonnement à l'échelle de la rotation est indispensable pour éviter certaines aberrations. Les caractéristiques de *B. decumbens* illustre aisément ce propos : *B. decumbens*, plante hôte et multiplicatrice d'*Hanseniella* sp. est préconisée comme plante de couverture dans les bananeraies. Une rotation 'banane / ananas' peut donc se révéler catastrophique pour la bonne implantation des plants d'ananas.

Les résultats et remarques présentés ci-dessus montrent que la plante idéale n'existe pas. Par conséquent, la réflexion doit porter sur l'équilibre entre les bénéfices apportés (augmentation du taux de matière organique, régression de population de nématodes, amélioration de la structure du sol...) et les effets indésirables (augmentation de la population de symphytes etc.).

*C. juncea* est dans l'état actuel des connaissances la plante qui semble la plus apte à apporter 'des services' à la culture d'ananas. En effet, celle-ci permet un bon contrôle de *R. reniformis* et ne semble pas multiplier les populations d' *Hanseniella* sp. De plus, l'incorporation de la plante apporte 70 à 80 kg d'azote par hectare (Wang, Sipes & Schmitt, 2002), élément indispensable au bon démarrage d'une culture d'ananas. Cependant, la durée du contrôle de *R. reniformis* est inconnue. Il est possible que le niveau de population du nématode augmente très rapidement à la suite de la plantation des ananas et représente un facteur limitant la bonne implantation des rejets plantés. Par conséquent, il est possible d'envisager le semis de la plante de services entre les rangs d'ananas afin d'assurer un maintien de la population de nématodes au plus bas durant les premiers



mois de culture. Cependant, *C. juncea* a un développement végétatif important, la plante pourrait donc faire de l'ombre aux plants d'ananas.

#### **IV.2. Bilan des connaissances acquises**

A l'issue de ces six mois de travail, les techniques de piégeage, de prélèvement, d'extraction et d'élevage sont maîtrisés.

La technique fastidieuse et destructive utilisée par le passé pour l'échantillonnage des symphyles a été remplacée par une méthode simple à mettre en œuvre et efficace : la méthode du pot 76. L'élevage de symphyles mis en place est une réussite. La technique utilisée permet le maintien des symphyles vivants et une multiplication de la population par deux en un mois. Pour un élevage de plus grande importance il serait cependant nécessaire d'optimiser la gestion de l'humidité. La comparaison des méthodes d'extraction manuelle et par flottaison permet aujourd'hui de choisir la méthode en fonction de l'objectif de l'extraction. L'extraction par flottaison est préférée pour le comptage d'une population de symphyles, et l'extraction manuelle est choisie pour la conservation de symphyles vivants.

Tous ces outils sont des éléments indispensables pour les travaux qui doivent être mis en place en parcelles de production, en enceintes climatiques ou en chambres de culture.

De plus, les travaux d'évaluation des plantes de services ont permis d'avoir des résultats préliminaires :

- *B. decumbens*, *M. deeringiana* et *R. sativus* sont des plantes hôtes d'*Hanseniella* sp.
- Les symphyles ont la capacité de s'alimenter des résidus incorporés de *B. decumbens* et de *C. spectabilis*.
- *C. juncea*, *C. spectabilis*, *M. deeringiana* et *T. diversifolia* ont un effet allélopathique sur *R. reniformis*. Ces plantes permettent de diminuer la population de nématodes de plus de 70% après 2.5 mois.

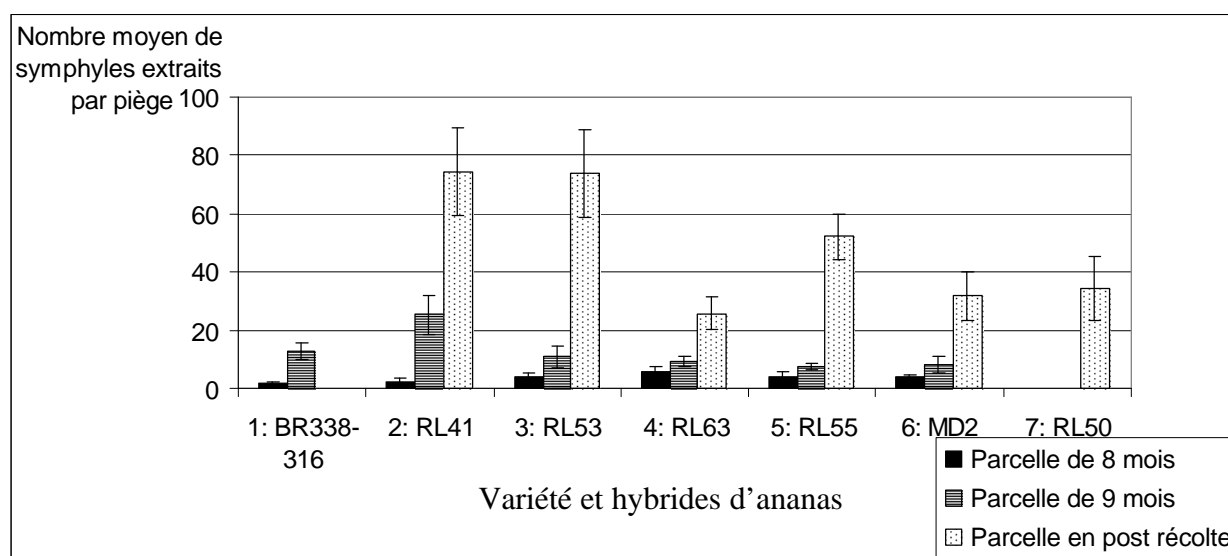
Ces premiers résultats encourageants permettent d'envisager le contrôle des populations de *R. reniformis* par la mise en place de plantes de services. Cependant, il semble indispensable de poursuivre les recherches sur les symphyles afin de répondre aux manques de la présente étude concernant le statut hôte/non hôte de certaines plantes présélectionnées pour leurs propriétés nématicides.

### IV.3. Perspectives

#### IV.3.1. Recherche de variétés tolérantes

L'intégration d'une plante non hôte d'*Hanseniella sp.* dans le système de culture peut représenter une des réponses pour le contrôle des symphytes en culture d'ananas. Cependant, la sélection de variétés d'ananas tolérantes, peu attractives et non multiplicatrices d'*Hanseniella sp.*, est une autre piste de travail à exploiter.

Le piégeage massif de symphytes réalisé pour la mise en place d'un élevage a été l'occasion de faire une première évaluation de sept variétés d'ananas (BR338-336, RL41, RL53, RL63, RL55, MD2 et RL50). Dans une parcelle d'ananas de 8 mois (Fig. 4), ainsi que dans deux autres parcelles plus âgées (9 et 16 mois (post récolte)), cinq pièges de la nouvelle méthode (cf. I.1.) ont été placés dans chaque variété. Au total, 90 pièges ont été posés. Aucun piège n'a été placé dans la parcelle BR 338-336 en post récolte ainsi que dans les parcelles RL50 à 8 et 9 mois. L'extraction de la totalité des pièges a été réalisée manuellement.



**Fig. 15 : Nombre moyen de symphytes extraits par piège en fonction de la variété et du stade de développement de la plante ( $\pm$  Erreur standard).**

Les résultats de cette évaluation partielle de la sensibilité variétale montrent que **toutes les variétés étudiées sont hôtes d'*Hanseniella sp.*** (Fig. 15). Le nombre moyen de symphytes extraits par piège après huit et seize mois de culture est respectivement de 2,6 et 48,7. Il y a un accroissement de la population de symphytes tout au long de la culture. Il n'y a pas de différence significative entre les variétés au stade huit mois. A neuf mois, RL41 se distingue des cinq autres variétés : le nombre moyen de symphytes extraits dans cette variété (25,4 symphytes/piège) est bien supérieur à la moyenne des autres variétés (8,1 symphytes/piège). A l'issue de la récolte, il y a des

différences très marquées entre les hybrides. RL41 et RL53 se révèlent être les plantes les plus multiplicatrices d'*Hanseniella sp.* Le nombre moyen de symphytes extraits par piège après la récolte est supérieur à 70 pour ces deux variétés. Les RL63 sont les plantes qui favorisent le moins la multiplication d'*Hanseniella sp.* Le nombre moyen de symphytes extraits par piège après la récolte dans la parcelle RL63 est de 25,8. (Fig. 15).

Il convient de considérer ces chiffres avec prudence. En effet, une faible population de symphytes en fin de culture peut avoir plusieurs explications. Il est possible que la plante ait une faible capacité à régénérer son système racinaire suite à la destruction partielle de celui-ci par les symphytes. Cependant, une faible population de symphytes peut également s'expliquer par la moindre appétence des symphytes pour certaines variétés. Compte tenu de ces deux remarques, **il serait nécessaire de mettre en relation l'évolution de la population de symphytes avec l'évolution de la masse racinaire de l'ananas.** Cela permettrait d'expliquer les fortes variations de multiplication entre les variétés, et de sélectionner, si possible, une plante peu multiplicatrice d'*Hanseniella sp.* et possédant un système racinaire 'puissant'.

#### IV.3.2. Evaluation de l'effet de plantes de services sur la faune antagoniste d'*Hanseniella sp.*

L'un des objectifs de la présente étude était de connaître l'effet direct des plantes testées sur *Hanseniella sp.* Il est maintenant primordial d'évaluer les effets indirects : l'évolution des populations de la faune prédatrice d'*Hanseniella sp.* en relation avec les plantes de services. En effet, il est possible que des exsudats racinaires ou l'incorporation du matériel végétal stimulent ou inhibent les antagonistes. Pour répondre à ces interrogations, des travaux doivent donc être mis en œuvre dans une parcelle de production infestée d'*Hanseniella sp.*

Les symphytes, contrairement aux nématodes, n'ont fait l'objet que d'un très faible nombre d'études durant les dix dernières années. Par conséquent, des recherches doivent être mises en place afin de trouver des méthodes de contrôle de ce ravageur efficaces et respectueuses de l'environnement. Pour répondre à cette problématique, l'utilisation de plantes de services intégrées dans le système de culture est une piste prometteuse et à exploiter.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Apt, W.J. 1976. Survival of reniform nematodes in desiccated soils. *Journal of Nematology* 8 : 278.
- Berry, R.E., 1973. Biology of the predaceous mite, *Pergamasus quisquiliarum*, on the garden symphylan, *Scutigera immaculata*, in the laboratory. *Annals of the Entomological Society of America* 66, 1354–1356.
- Bedano, J.C., M. P. Cantú, & M. E. Doucet. 2006. Soil springtails (Hexapoda: Collembola), symphylans and pauropods (Arthropoda: Myriapoda) under different management systems in agroecosystems of the subhumid Pampa (Argentina). *European Journal of Soil Biology* 42 : 107-119.
- Brown, M., M. Van Horn, M. Ambrosino, & J. Leap. 2001. Symphylans Challenge Growers and researchers. *The Cultivar* 19 : 1-15.
- Caswell, E.P., J.-L. Sarah, & W.J. Apt. 1990. Nematode parasites of pineapple. Pages 519-537 in : L. Michel (ed.), Sikora Richard A. (ed.), Bridge John (ed.). *Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture*. CAB International, Wallingford.
- Caswell, E.P., C-S. Tang, J. De Frank, & W.J. Apt. 1991. The influence of root exudates of *Chloris gayana* and *Tagetes patula* on *Rotylenchulus reniformis*. *Revue Nématologique*. 14 (4) : 581-587.
- Crawley, M.J. 2005. *Statistics, An Introduction using R*. John Wiley and Sons, Ltd. 327p.
- E-phy, 05/09/08. <http://e-phy.agriculture.gouv.fr/>
- Franck, A. 2006. Recommandations pour la capture, le conditionnement, l'expédition et la mise en collection des insectes et acariens en vue de leur identification. Document interne CIRAD, Réunion.
- Heald, C.M., & A.F. Robinson. 1990. Survey of current distribution of *Rotylenchulus reniformis* in the United States. Supplement to *Journal of Nematology* 22 : 695-699.
- Friedman, M., & G.M. McDonald. 1997. Potato glycoalkaloids: chemistry, analysis, safety, and plant physiology. *Critical Reviews in Plant Sciences* 16 : 55-132.
- Howitt, A.J., & R.M. Bullock. 1955. Control of the garden centipede. *Journal of Economic Entomology* 48 : 246-250.
- Kehe, M. 1988. *Hanseniella ivorensis* Juberthie-Jupeau et Kehe (1978), symphyle, Myriapode (Scutigerellidae) et le dépérissement racinaire de l'ananas en Côte d'Ivoire : incidence agronomique et moyens de lutte. Thèse de Doctorat d'ingénieur, Faculté des sciences et techniques de l'université nationale de Côte d'Ivoire. 250p.
- Kehe, M., 1993. Efficacité symphylicide du Marshal et du Rugby en culture d'ananas. Document interne IDEFOR/DFA.
- Kehe, M., P.H. Gnonhouiri, & A. Adikolo. 1997. Time course of infestation by *Hanseniella ivorensis* (symphylid) and *Pratylenchus brachyurus* (nematode) on pineapple crop in Côte d'Ivoire. *Acta Horticulturae (ISHS)* 425 : 465-474.

- Konan, N'G. O., & G. Mergeai. 2007. Possibilités d'amélioration de la principale espèce cultivée de cotonnier (*Gossypium hirsutum* L.) pour la résistance au nématode réniforme (*Rotylenchulus reniformis* Linford & Oliveira). *Biotechnology, agronomy, society and environment* 11 : 159-171.
- Loranger, G., J-F. Ponge, E. Blanchart & P. Lavelle. 1999. Influence of agricultural practices on arthropod communities in a vertisol (Martinique). *European Journal of Soil Biology* 34 (4) : 157-165.
- McSorley R. 2003. Adaptation of nematodes to environmental extremes. *Fla. Entomol.* 86 : 138-142.
- Olabode, O.S., Ogunyemi Sola, W.B. Akanbi, G.O. Adesina, & P.A. Babajide. 2007. *World Journal of Agricultural Sciences* 3 (4): 503-507.
- Py, C., J.J. Lacoëuilhe, et C. Teisson. 1984. L'Ananas, sa culture, ses produits. G.P. Maisonneuve & Larose, Paris, 568p.
- Peachey, R.E., A. Moldenke, R.D. William, R. Berry, E. Ingham, & E. Groth. 2002. Effect of cover crops and tillage systems on symphytan (Symphyla: *Scutigerella immaculata*, Newport) and *Pergamasus quisquiliarum* Canestrini (Acari: Mesostigmata) populations, and other soil organisms in agricultural soils. *Applied soil ecology* 21 : 59-70.
- R Development Core Team. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- Robinson, A.F., R.N. Inserra., E.P. Caswell-Chen., N. Vovlas & A. Troccoli. 1997. *Rotylenchulus* species: identification, distribution, host ranges and crop plant resistance. *Nematropica* 27 : 127-157.
- Rohrbach, K.G., & W.J. Apt. 1986. Nematode and disease problems of pineapple. *Plant disease* 70 : 81-87.
- Rohrbach, K.G., & M.W. Johnson. 2003. Pests, diseases and weeds. Pages 203-251 in D.P. Bartholomew (ed) R.E. Paull (ed) et K.G. Rohrbach (ed). *The pineapple: botany, production and uses*. Cab International.
- Rohrbach, K.G., F. Leal, & G. Coppens d'Eeckenbrugge. 2003. History, distribution and world production. Pages 1-12 in D.P. Bartholomew (ed) R.E. Paull (ed) & K.G. Rohrbach (ed). *The pineapple: botany, production and uses*. Cab International.
- Schenck, S. 1990. Correlations of *Rotylenchulus reniformis* population densities with 1.3-Dichloropropene dosage rate and pineapple yields. *Supplement to journal of Nematology* 22 : 735-739.
- Seinhorst, H. 1962. Modifications of the elutriation nematodes from soil. *Nematologica* 8 : 117-128.
- Sipes, B.S., & D.P. Schmitt. 2000. *Rotylenchulus reniformis* damage thresholds on pineapple. *Acta Horticulturae (ISHS)* 529 : 239-245.

- Sipes, B.S., & K-H. Wang. 2000. Sustainable nematode control in Hawaii pineapple. *Nematropica* 30 : 231-239.
- Smith, J., S. Potts, & P. Eggleton. 2008. Evaluating the efficiency of sampling methods in assessing soil macrofauna communities in arable systems. *European Journal of Soil Biology* 44 : 271-276.
- Soler, A., et M.P. Beaute, 2000. Mode opératoire pour le comptage de symphytes. Document interne CIRAD.
- Southwood T.R.E. 1980. *Ecological Methods*, 2nd Edition, Chapman & Hall, New York.
- Tsay, T. T., S. T. Wu, & Y. Y. Lin. 2004. Evaluation of Asteraceae Plants for Control of *Meloidogyne incognita*. *Journal of Nematology* 36 : 36-41.
- Umble, J., & J.R. Fisher. 2003. Suitability of selected crops and soil for garden symphytan populations (Symphylla, Scutigerellidae: *Scutigerella immaculata* Newport). *Applied soil ecology* 24 : 151-163.
- Umble, Jr., R. Dufour, G. Fisher, J. Fisher, J. Leap, & M. Van Horn. 2006. Symphytans: soil pest management options. Publication of ATTRA. National Sustainable Agriculture Information Service. [www.attra.ncat.org](http://www.attra.ncat.org)
- Wang, K-W., & B. S. Sipes. 2000. Suppression of reniform nematodes with tropical cover crops in Hawaii pineapple. *Acta Horticulturae (ISHS)* 529 : 247-260.
- Wang, K-W., B. S. Sipes, & D. P. Schmitt. 2001. Suppression of *Rotylenchulus reniformis* by *Crotalaria juncea*, *Brassica napus* and *Tagetes erecta*. *Nematropica* 31 : 235-249.
- Wang, K-W., B. S. Sipes, & D.P. Schmitt. 2002. *Crotalaria* as a cover crop for nematode management: a review. *Nematropica* 32 : 35-57.
- William, R., 1996. Influence of cover crop and non-crop vegetation on symphytan density in vegetable production systems in the Pacific Northwest. Annual Report to Western Region SARE, Corvallis, OR, p. 2.

## ANNEXES

**Annexe n°1 : Méthode du pot 76**

**Annexe n°2 : Plantes de services avant l'inoculation des symphyles**

**Annexe n°3 : Extraction des symphyles par flottaison**

**Annexe n°4 : Méthode d'élutriation de Seinshorst**



## Annexe n°1 : Méthode du pot 76



1. Pot de 76 trous



2. Enterrer le pot



3. Placer 3 rondelles de pomme de terre dans le quart supérieur du pot



4. Recouvrir le pot de sol



5. Recouvrir les pièges d'un mulch



6. Relever les pièges 48h après la pose puis les placer dans des pots non percés



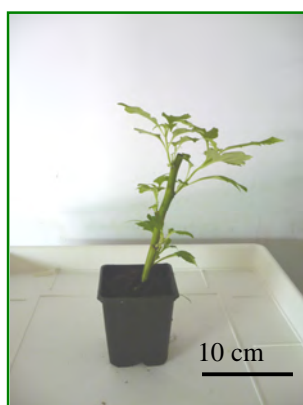
7. Extraction par flottaison



7. Extraction manuelle



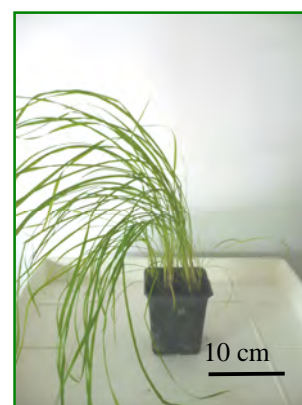
## Annexe n°2 : Plantes de services avant l'inoculation des symphytes



*Tithonia  
diversifolia*



*Tagetes  
erecta*



*Chloris  
gayana*



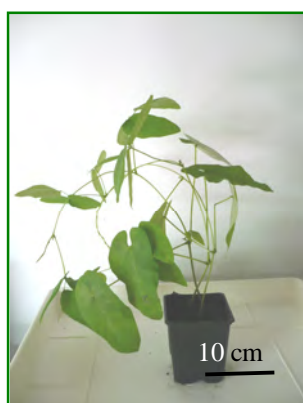
*Crotalaria  
juncea*



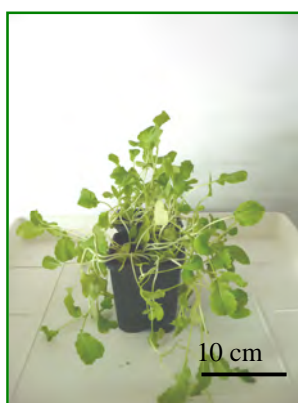
*Brachiaria  
decubens*



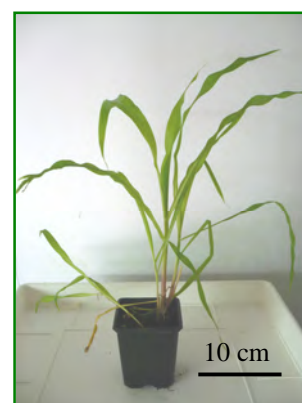
*Crotalaria  
spectabilis*



*Mucuna  
deerengiana*



*Raphanus  
sativus*

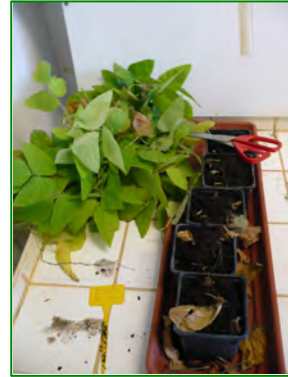


*Maïs*

### Annexe n°3 : Extraction des symphyles par flottaison



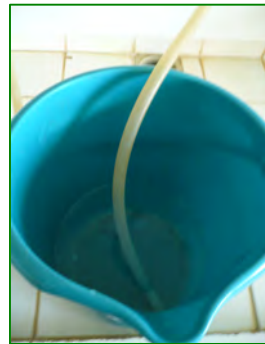
Echantillons de départ : pots de 9\*9\*9.5 cm



1. Découper l'appareil végétatif de la plante



2. Préparation des seaux pour l'extraction



3. Remplir les seaux d'eau



4. Verser délicatement le contenu des pots dans les seaux



5. Mélanger délicatement



6. Attendre 5 à 10 minutes



7. Prélever les symphyles à l'aide d'un pinceau



#### Annexe n°4 : Méthode d'élutriation de Seinshorst



1. Dispersion du sol prélevé (250cm<sup>3</sup>) dans un litre d'eau



2. Introduction du mélange en suspension dans un erlenmeyer de 2 litres



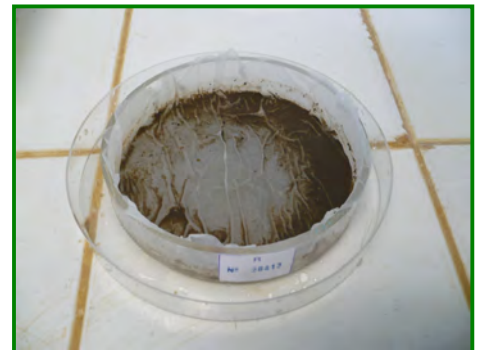
3. Elutriation durant 20 minutes



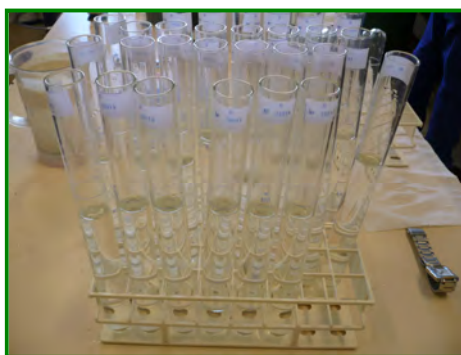
4. Elutriation durant 10' suite au versement de l'enlenmeyer dans le seau



5. Passage de la suspension à travers une batterie de 4 tamis de 50 • m



6. Versement du refus de chaque tamis sur une double épaisseur de tissus de cellulose



7. Mise en tube de 100 ml



8. Comptage sur un aliquote

<p align="center"><b>E.N.I.H.P.</b> 2 rue Le Nôtre - 49045 ANGERS cedex 01</p> <p>Département : Sciences Biologiques</p> <p>Professeur : Philippe ROBERT</p>	<p align="center"><b>MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES - DIPLÔME d'INGÉNIEUR de l'AGROCAMBUS OUEST, Centre d'Angers, I.N.H.P</b></p> <p>DATE : 30 septembre 2008</p>
<p>Auteur : Jean-Marie GAUDE</p>	<p>Organisme d'accueil : CIRAD - PRAM</p> <p>Adresse : Quartier Petit Morne – BP 214 97232 Le Lamentin (Martinique)</p> <p>Maître de stage : Alain SOLER</p>
<p>TITRE : Évaluation de l'effet de plantes de services sur les parasites telluriques de l'ananas en Martinique .....Nbre de pages : 48 .....ANNÉE : 2008</p>	
<p><b>RÉSUMÉ :</b> Le nématode <i>Rotylenchulus reniformis</i> et le symphyle <i>Hanseniella sp.</i> sont les deux principaux parasites telluriques de l'ananas en Martinique. Ils peuvent engendrer des pertes de rendement pouvant atteindre 50%. L'objectif de cette étude est d'évaluer des plantes de services pour le contrôle de ces deux ravageurs. L'effet nématicide des six plantes présélectionnées a été évalué à l'aide d'un dispositif en pots de 25 L. contenant du sol infesté de <i>R. reniformis</i>. Pour l'étude des symphytes, des travaux préalables ont été nécessaires : mise au point d'une technique d'échantillonnage simple et efficace (la méthode du pot 76), mise en place d'un élevage, comparaison de l'extraction manuelle et de l'extraction par flottaison. L'évaluation du statut hôte/non hôte a été fait dans des godets inoculés de 10 symphytes et placés dans une chambre de culture. Après 2,5 mois de culture, <i>Mucuna deeringiana</i>, <i>Tithonia diversifolia</i>, <i>Crotalaria juncea</i> et <i>Crotalaria spectabilis</i> permettent une régression de la population de <i>R. reniformis</i> de plus de 70%. Un mois après l'incorporation de l'appareil végétatif des plantes, la densité de nématodes n'a pas évoluée. Cette durée d'un mois est probablement trop courte pour observer un effet de l'incorporation. <i>R. sativus</i>, <i>B. decumbens</i> et <i>M. deeringiana</i> sont des plantes hôtes d' <i>Hanseniella sp.</i> De plus, les symphytes ont la capacité à s'alimenter des résidus incorporés de <i>B. decumbens</i> et de <i>C. spectabilis</i>. Ces résultats encourageants permettent d'envisager le contrôle de <i>R. reniformis</i> par l'intégration d'une plante de services dans le système de culture. Les études à venir devront mettre l'accent sur la recherche de plantes ayant des propriétés symphylicides.</p>	
<p><b>ABSTRACT :</b> The nematode <i>Rotylenchulus reniformis</i> and the symphytan <i>Hanseniella sp.</i> are the two main soil pests of pineapple in Martinique. They can generate yield loss of 50%. This study aims at evaluating the suitability of selected crops for the control of these two pests. The nematocidal effect of six plants was evaluated using 25 l pots containing soil infested with <i>R. reniformis</i>. For the symphytan study, preliminary work was necessary to focus a simple and effective method of sampling (method of pot 76), to put a rearing in place and to compare the handsorting with flotation extraction. In the laboratory, we measured changes in <i>Hanseniella sp.</i> population density after 4 weeks from a starting density of 10 in pots containing the plants studied. After 2.5 months of culture, <i>Mucuna deeringiana</i>, <i>Tithonia diversifolia</i>, <i>Crotalaria juncea</i> and <i>Crotalaria spectabilis</i> allow a decrease of more than 70 % in the <i>R. reniformis</i> population density. One month after the incorporation of the vegetative part of the plants, the nematodes density did not change. One month is probably too short to observe an effect of incorporation. <i>R. sativus</i>, <i>B. decumbens</i> and <i>M. deeringiana</i> are host plants of <i>Hanseniella sp.</i> Moreover, the symphytans have the ability to feed on the incorporated residues of <i>B. decumbens</i> and <i>C. spectabilis</i>. Thanks to these encouraging results, it is possible to consider the <i>R. reniformis</i> control by the integration of a cover crop in the crop rotation. Future studies will have to stress the search for plants having symphylicide properties.</p>	
<p><b>MOTS CLÉS :</b> Plantes de services, <i>Hanseniella sp.</i>, <i>Rotylenchulus reniformis</i></p>	<p>Diffusion et référence :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Non limitées</li> <li><input type="radio"/> Sous réserve d'accord</li> <li><input type="radio"/> Non autorisées</li> </ul>
<p>Je soussigné(e), Jean-Marie GAUDE propriétaire des droits de reproduction du résumé du mémoire mentionné ci-dessus autorise par la présente, toutes les sources bibliographiques à signaler et publier ledit résumé.</p> <p>Date : _____ Signature : _____</p>	